

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Catalina Quintero Malagón**

**Ana Patricia Acosta Molina**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia**

**Ingeniería Agroforestal**

**CERES Cumaral**

**2020**

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y enraizantes en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Catalina Quintero Malagón**

**Ana Patricia Acosta Molina**

**Trabajo presentado como opción de grado para optar al título de Ingeniera Agroforestal**

**Ingeniero Agroforestal**

**Raúl Vargas**

**Tutor**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia**

**Ingeniería Agroforestal**

**CERES Cumaral**

**2020**

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Contenido**

	Pág.
Resumen .....	8
1. Problemática.....	9
2. Justificación.....	12
3. Objetivos .....	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos específicos .....	15
4. Marco referencial .....	16
4.1 Marco teórico.....	16
4.2 Marco histórico.....	21
4.3 Marco legal .....	22
4.4 Margo geográfico.....	22
4.4.1 Villavicencio – Meta.....	22
4.5 Marco conceptual.....	23
5. Metodología .....	25
5.1 Método de investigación.....	25
5.2 Enfoque.....	25
5.3 Población y muestra.....	25
5.4 Fuentes de recolección de información .....	26
5.4.1 Fuentes primarias .....	26
5.4.2 Fuentes secundarias .....	26
6. Investigativa .....	29
6.1 Antecedentes.....	29
6.2 Realización de un vivero de la especie <i>Paulownia Elongata</i> , mediante áreas demostrativas para cada tipo de sustrato usado en las plántulas .....	33
6.3 Experimentación con tres clases de sustratos para identificar el que de mejor rendimiento. ....	41
6.3.1 Análisis de resultados obtenidos con cada sustrato y enraizante natural mediante esqueje.....	41

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

6.4 Recolección de datos de condiciones climáticas y crecimiento de la <i>Paulownia Elongata</i> mediante mediciones periódicas .....	58
6.5 Interpretar resultados para definir el sustrato que permite un mayor y mejores condiciones de crecimiento en la utilización de la fase de vivero de la especie <i>Paulownia Elongata</i> .....	59
6.5.1 Comparativo entre los tres sustratos y el enraizante natural mediante esqueje de <i>Paulownia Elongata</i> .....	63
7. Discusión .....	65
8. Conclusiones .....	67
9. Recomendaciones.....	69
10. Bibliografía.....	71
Anexos.....	73

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia  
Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Lista de tablas**

	Pág.
Tabla 1. Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el testigo .....	41
Tabla 2. Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 1 .....	42
Tabla 3. Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 2 .....	42
Tabla 4. Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 3 .....	43
Tabla 5. Totales y promedios obtenidos con los ensayos .....	63

Lista de tablas

	Pág.
Gráfica 1. Primer toma de datos con el testigo.....	44
Gráfica 2. Segunda toma de datos con el testigo.....	44
Gráfica 3. Tercer toma de datos con el testigo .....	45
Gráfica 4. Cuarta obtención de datos con el testigo .....	45
Gráfica 5. Quinta obtención de datos con el testigo .....	46
Gráfica 6. Sexta obtención de datos con el testigo. ....	46
Gráfica 7. Séptima obtención de datos con el testigo.....	47
Gráfica 8. Primera obtención de datos Ensayo 1.....	47
Gráfica 9. Segunda obtención de datos Ensayo 1.....	48
Gráfica 10. Tercera obtención de datos Ensayo 1. ....	48
Gráfica 11. Cuarta obtención de datos Ensayo 1.....	49
Gráfica 12. Quinta obtención de datos Ensayo 1.....	49
Gráfica 13. Sexta obtención de datos Ensayo 1. ....	50
Gráfica 14. Séptima obtención de datos Ensayo 1 .....	50
Gráfica 15. Primera obtención de datos Ensayo 2.....	51
Gráfica 16. Segunda obtención de datos Ensayo 2.....	51
Gráfica 17. Tercera obtención de datos Ensayo 2 .....	52
Gráfica 18. Cuarta obtención de datos Ensayo 2.....	52
Gráfica 19. Quinta obtención de datos Ensayo 2.....	53
Gráfica 20. Sexta obtención de datos Ensayo 2 .....	53
Gráfica 21. Séptima obtención de datos Ensayo 2 .....	54
Gráfica 22. Primera obtención de datos Ensayo 3.....	54
Gráfica 23. Segunda obtención de datos Ensayo 3.....	55
Gráfica 24. Tercera obtención de datos Ensayo 3 .....	55
Gráfica 25. Cuarta obtención de datos Ensayo 3.....	56
Gráfica 26. Quinta obtención de datos Ensayo 3.....	56
Gráfica 27. Sexta obtención de datos Ensayo 3. ....	57
Gráfica 28. Séptima obtención de datos Ensayo 3 .....	57

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia*  
*Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Gráfica 29. Resultados totales alcanzados con el testigo. ....	59
Gráfica 30. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 1. ....	60
Gráfica 31. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 2. ....	61
Gráfica 32. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 2. ....	62
Gráfica 33. Totales alcanzados con el testigo en cuanto a la altura de las plántulas.....	63
Gráfica 34. Totales alcanzados con el Ensayo 1 en cuanto a la altura de las plántulas.....	63
Gráfica 35. Totales alcanzados con el Ensayo 2 en cuanto a la altura de las plántulas.....	63
Gráfica 36. Totales alcanzados con el Ensayo 3 en cuanto a la altura de las plántulas.....	63
Gráfica 37. Totales alcanzados con el testigo en cuanto a # de hojas de las plántulas.....	64
Gráfica 38. Totales alcanzados con el Ensayo 1 en cuanto a # de hojas de las plántulas .....	64
Gráfica 39. Totales alcanzados con el Ensayo 2 en cuanto a # de hojas de las plántulas .....	64
Gráfica 40. Totales alcanzados con el Ensayo 3 en cuanto a # de hojas de las plántulas .....	64
Gráfica 41. Promedio de altura y # de hojas de los 4 ensayos realizados .....	64

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Resumen**

La *Paulownia* es comúnmente conocido como el árbol “mágico” por sus grandes beneficios para el medio ambiente y ganancias económicas, pero son pocas las investigaciones y estudios que se han llevado a cabo en Colombia sobre ésta planta y su comportamiento en suelos de nuestro territorio, lo cual ha causado temor a los agricultores y empresarios para invertir en proyectos relacionados con *Paulownia*; la falta de información clara y real impide conocer las grandes bondades de este árbol; por tal motivo y habiendo realizado una revisión bibliográfica de la especie *Paulownia Elongata*, con la presente investigación se probará el crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en La Reforma zona Pipiral, mediante un vivero de ésta especie, mediante áreas demostrativas para cada tipo de sustrato y enraizador natural usado en las plántulas, luego experimentar con sustratos para identificar el que da mejor rendimiento, recolectando datos de condiciones climáticas y crecimiento del árbol mediante mediciones periódicas, lo cual permitirá conocer cuál de los sustratos orgánicos utilizados nos generan un mayor porcentaje de crecimiento radicular y por ende mejor desarrollo de la especie.



## **1. Problemática**

En Colombia al igual que los demás países del mundo, se han venido presentado diversas problemáticas ambientales, una de las más nombradas es el calentamiento global, el cual es una respuesta a la deforestación, tala indiscriminada, adaptación de tierras para ser usadas en diversas actividades agropecuarias, factores éstos que han producido cambios negativos al ecosistema en general, afectando todos los seres de la naturaleza (el agua, la vegetación, los animales, el clima, los suelos, los seres humanos).

En Colombia, empresas principalmente extranjeras han explotado cantidades exorbitantes de petróleo del territorio colombiano, argumentando que los beneficios económicos para el país son cuantiosos, como lo afirma la Agencia Nacional de Hidrocarburos, “se obtuvieron \$51.303.077.160 en regalías por explotación petrolera, sólo en el año 2011. En ese mismo año, se intervinieron 25.570.130 hectáreas para exploración y 2.090.941 en producción. Esta actividad económica genera empleo; fortalece el fisco nacional, departamental y municipal y genera divisas al país” (RTVC, 2014). Sin embargo, dicha actividad económica ha generado impactos negativos en el medio ambiente, los cuales ya están causando sequías, que no solo vulneran el área donde se extrae el producto, sino el ecosistema en general, como lo afirmó el profesor de la Universidad Industrial de Santander Ing. Oscar Vanegas “el 98% de lo que produce un pozo en Caño Limón es agua y sólo el 2% es petróleo. Allí se producen a diario 3.200.000 barriles de agua dulce. Eso mismo pasa Apiay, cerca de Villavicencio; en Castilla; en Rubiales; etc. Desde que comenzó a producirse petróleo en esa zona, el caudal del río Guaviare ha bajado 30% y se estima que si la producción llega a los 500.000 barriles diarios de petróleo se puede secar el Río” (RTVC, 2014).

La petrORIZACIÓN, incendios forestales, minería ilegal y cultivos ilícitos son factores de riesgo que están causando la deforestación o destrucción de los bosques de alta biodiversidad en suelos

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

colombianos, generando daños en los ecosistemas. Como se puede ver en el estudio realizado por el IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS y el apoyo de ECOPETROL S.A., mediante el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC), ha permitido establecer que a nivel nacional, se identifica un total de 124.035 hectáreas deforestadas en 2015, reduciéndose un 12% la tasa de deforestación, con relación al año 2014 que fue de 140,356 ha (MINAMBIENTE, S.F.).

Otra problemática que se ha presentado en todo el territorio colombiano es el inadecuado uso a los suelos, como lo muestra el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) entidad que realizó un análisis a los suelos el cual arrojó los siguientes resultados: “de los 114 millones de hectáreas que tiene el país con potencial agrícola, forestal y ganadero, hay cerca 35 millones que podrían estar generando una mayor producción o con el suelo mucho menos afectado” (EL TIEMPO, 2015). En el departamento del Meta según el mismo estudio los datos son los siguientes: “el 44 por ciento de sus suelos presenta conflicto de uso en la medida en que el 35 por ciento está sobreutilizado y el 9% da muestra de ser objeto de subutilización” (EL TIEMPO, 2015). Dicha sobre utilización o subutilización de los suelos genera diversos daños al medio ambiente, como son: aumento de las temperaturas, incendios, pérdida de vegetación, improductividad del suelo, desimentación de los ríos, los embalses pierden capacidad, la tierra fértil pierde fuerza y es arrastrada por la lluvia.

Para el tema objeto de estudio, la principal problemática radica en el desconocimiento de las grandes propiedades y beneficios que ofrece el árbol *Paulownia Elongata*, siendo que en nuestro país hasta hace muy pocos años se han llevado a cabo investigaciones y cultivos de éste árbol, por ende agricultores, empresarios y demás tienen temor de invertir en dicha planta; así mismo actualmente no se cuenta con información para saber ¿Cuál es el mejor manejo que se le puede dar a la *Paulownia Elongata* en vivero en cuanto a relaciones con diferentes sustratos?, que permitan

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

un desarrollo mayor y de mejores características fenológicas para que pueda ser plantado en áreas que requieran ser reforestadas o estén erosionadas, y así la *Paulownia* muestre los beneficios innumerables que ofrece al medio ambiente en forma integral; las evaluaciones que se realizarán con tres clases de sustratos son importantes, por cuanto vale la pena intentar técnicas que permitan un crecimiento mejor de la planta; es absolutamente necesario realizar éste estudio por cuanto será un gran aporte para agricultores, ecologistas, empresarios y demás, ya que el mismo Consejo Nacional de la Cadena Forestal, determinó que en el país no se tienen “estudios que permitan conocer el comportamiento de adaptación ecológica, manejo silvicultural, plagas, enfermedades e información de las propiedades físico-mecánicas de la madera, que permitan fomentar la reforestación comercial a partir de esta especie” (Vanguardia.Com, 2017).

## **2. Justificación**

La *Paulownia Elongata*, al igual que las demás clases de *Paulownia*, ofrece alta rentabilidad, sus costos ambientales son mínimos, mejora notablemente el suelo donde se cultiva, captura carbono en mayor porcentaje “la *Paulownia* es capaz de capturar el 50% del gas carbónico para reemplazarlo por oxígeno” (El Universal, 2011), su crecimiento es bastante ligero como se han descrito en múltiples estudios investigativos “a los cinco años de sembrado mide de 25 a 30 metros (Colombia Inn.Com, S.F.), dicho crecimiento permite ahorrar agua; gracias al florecimiento abundante de la *Paulownia* es un árbol nectarífero, por cuanto sus flores tienen alto contenido de néctar, que a su vez permite la producción de miel de alta calidad y beneficios medicinales, además de las propiedades mencionadas de las flores, también son usadas para embellecer y aromatizar espacios (Velboy EOOD, 2015).

La generación de biomasa de la *Paulownia* es bastante elevada respecto a la demás vegetación, convirtiéndose ésta planta en entrada significativa al mercado de bonos de carbono, además a partir del tercer año se puede obtener madera de excelente calidad.

El aspecto ambiental es uno de los factores predominantes para llevar a cabo la presente investigación, siendo que, al cultivar de forma masiva, pero bajo estrictas medidas técnicas éste árbol, muchas empresas calificadas como contaminantes importantes, inviertan en dichos cultivos y compensen la emisión de gases contaminantes, además, de las bondades del presente árbol inicialmente mencionadas (El Universal, 2011).

Es muy apropiada para plantar en terrenos con peligro de erosión, sus raíces cuya profundidad asciende a 9 metros recuperan los suelos y reforestan, disminuyendo la erosión y aumentando el nitrógeno para el medio ambiente, con la caída de sus grandes hojas se fertiliza naturalmente los

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

suelos, además son una fuente nutricional importante para el ganado por su alto contenido proteínico “Las hojas contienen aproximadamente un 20 % de proteínas y sus cualidades se aproximan a los de la alfalfa” (Velboy EOOD, 2015); así mismo, el diámetro de sus hojas (75cm aprox), permiten obtener mayor cantidad de dióxido de carbono, por ende producen gran cantidad de oxígeno, además sirven de sombra tanto para animales como para el ser humano.

La *Paulownia* se ha convertido en una excelente oportunidad para campesinos e inversionistas, planta que ha demostrado además de ser una especie de gran follaje, se destaca en producción de biomasa ya que puede ser una materia prima importante para su aprovechamiento energético, como combustible en centrales de biomasa o en pequeñas calderas domésticas, ya que proporciona elevadas cantidades de materia seca por unidad de superficie y posee un poder calorífico excepcional, de manera que supera los rendimientos energéticos de otras especies habitualmente utilizadas para estos fines, en temas pecuarios también es utilizada ya que ésta aporta hasta un 20% de proteína cruda y presenta un 60% de digestividad lo que la hace una excelente alternativa para las especies rumiantes (El Universal, 2011); por otro lado aporta grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Esta especie ha sido comparada con especies como el pino, el encino, el eucalipto, entre otras, pero estas se encuentran en una clara desventaja, ya que requieren tiempos de siembra superiores a 15 años, mientras que la *Paulownia* puede llegar a presentar crecimiento vertical de 1.8 y 2.5 cm por día, lo que la hace apta para aprovechar su madera a los 5 años, sin importar que sea establecida en suelos degradados o muy fértiles sin mencionar que es resistente a la sequía, es por esto que esta especie poco estudiada en nuestro país es de potencial uso para la reforestación de terrenos agrícolas abandonados.

En el departamento del Meta actualmente son muy pocas las investigaciones acerca de *Paulownia*, a pesar de ser una planta de gran potencial forestal, es por ello que éste trabajo se enfocará en realizar los estudios y muestreos pertinentes para demostrar los desarrollos de esta

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia*  
*Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

especie en su fase de vivero, comparando su comportamiento frente a tres tipos de sustrato orgánico, y así demostrar cual sustrato es el adecuado para su correcta propagación.

Es importante llevar a cabo las evaluaciones en vivero, siendo que las plántulas que permanecerán en el bosque tienen que sobrevivir a períodos y factores de estrés abiótico como luz, sequía, inundación, limitación de recursos del suelo, y bióticos como herbivoría, enfermedades por patógenos o competencia con otras plántulas (Rivera, López y Triana, 2005), además con las evaluaciones de sustratos se determinará cuál es el que mejores resultados ofrece.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar el crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el Municipio de Villavicencio - Meta.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un vivero de la especie *Paulownia Elongata*, mediante áreas demostrativas para cada tipo de sustrato usado en las plántulas.
- Experimentar con tres clases de sustratos para identificar el que de mejor rendimiento.
- Recolectar datos de condiciones climáticas y crecimiento de la *Paulownia Elongata* mediante mediciones periódicas.
- Interpretar resultados para definir la mezcla de sustrato que permite un mayor y mejores condiciones de crecimiento en la utilización de la fase de vivero de la especie *Paulownia Elongata*.

## **4. Marco referencial**

### **4.1 Marco teórico**

*Pavulonia* un árbol de origen chino multifuncional: es capaz de captar el 50% de gas carbónico, sirve para alimentar ganado, ofrece madera en apenas 9 años, nutre la corteza terrestre y da sombra evitando la pérdida de peso del ganado por altas temperaturas (El Universal, 2011).

Las ramas tienen lenticelas, pequeñas estructuras redondas o alargadas cuya función es realizar el intercambio de gases, amarilla-rojizas y son glandulo-viscosas cuando son jóvenes (El Blog verde.Com, 2018). Las semillas, muy numerosas, tienen unos 2,5-4 mm, incluyendo el ala, y son de dispersión anemocora (dispersión por el viento) desde las cápsulas abiertas que se quedan en el árbol hasta, y más allá de la siguiente antesis (El Blog verde.Com, 2018).

Foto 1. Paulownia como planta ornamental



Fuente: El blog verde. Com. Disponible en: <https://elblogverde.com/la-revolucion-del-kiri-el-arbol-que-puede-salvar-al-mundo/>

### ***Generalidades de la Paulownia***

#### ***Propiedades:***

Especies: Emperatriz



**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Familia: Scrophulariaceae

Género: *Paulownia* (Biod 2, 2016)

***Propiedades específicas:***

***Densidad***

El aire seco Densidad: 260-330 kg/m<sup>3</sup>

(@ 10% de contenido de humedad: 17,9)

Peso específico 0,265 (Biod 2, 2016)

***Composición química***

Contenido de celulosa: 46-49%

Hemicelulose Pentosan: 22-25%

El contenido de lignina: 21-23%

***Propiedades de flexión***

Módulo de rotura: (x10) 5740

Módulo de elasticidad: .84

***Contracción Coeficiente***

Peso específico: 0,21 a 0,27

Radial: 1,1 a 2,0

Tangencial: 2,1 a 3,5 (Biod 2, 2016)

***Características de la fibra***

Longitud de la célula de la fibra: 0.80 – 1.70mm, el promedio es de 1,20

Ancho de fibra de células: promedio es 0,32 mm

De células de fibra relación longitud / anchura: promedio es de 38 (Biod 2, 2016)

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Figura 1. Partes de la *Paulownia*



Fuente: Biod 2, 2016

### ***Germinación***

La Germinación tarda de 30 a 60 días.

No se deben cubrir las semillas, requieren luz para la germinación.

Se debe mantener la humedad sin exceso.

Lo ideal es crear un ambiente de “efecto invernadero”, con luz pero que no sea directa porque se secarían.

La temperatura debe mantenerse entre los 25 y 29 grados.

Tras la germinación dejar una semana más en el recipiente, después pasarlo a otro.

A las 3 semanas cambiar a un contenedor más grande y ya se puede usar fertilizante.

Entre las 6 y 8 semanas ya deben sacarse al exterior.

Deben plantarse en suelos húmedos, drenados y con sol pero se adaptan a varios tipos de suelo.

Crecen muy rápido en su primer año fácilmente alcanzan los 3 metros y al segundo los 7, en el tercer año ya es un árbol de sombra.

Podar al año para conservar la densidad del follaje y regar frecuentemente durante la época de crecimiento, si el ambiente es seco.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Se le caen las hojas en invierno y se pueden cortar las ramas para que crezca más fuerte.

Tabla 1. Principales enfermedades que afectan la *Paulownia*.

Hongo causal	Daños	Medida de control
Phytophthora spp	Pudren el tenido en el cuello de la raíz causando estrangulamiento	Vapam ½ l en 10l de agua para 10m <sup>2</sup>
Armillaria stump rot	Pudre la base del tronco	
Rhizoctonia solani	Pudre el cuello de la raíz, causa marchitez y muerte en varias partes de la planta	PCNB 75% 8-10 gr/m <sup>2</sup>
Fusarium sp	Marchitez de las hojas, causando la muerte y caída de las mismas	Captafol 0.56 l/ha
Sphaceloma sp y S. Paulowniae	Afecta el tallo, hojas y brotes (árboles jóvenes)	

Fuente: Manual para el cultivo de Paulownia Elongata, de Gutiérrez y Ocaña, 2009

Tabla 2. Características comparativas de la velocidad de crecimiento de las primeras 7 especies de crecimiento rápido del planeta.

Especie	Rendimiento anual	Altura del árbol de 3 años	Máxima altura de la planta madura
<i>Paulownia</i> , la Planta imperadora, Kiri, ( <i>Paulownia spp.</i> )	3 – 5 m	10,5 – 15,5 m	15 – 20 m
Sauce híbrido ( <i>Salix spp. hybrid</i> )	1,5 – 4 m	7,5 – 12 m	15 – 25 m
Álamo negro ( <i>Populus nigra</i> )	2,5 – 3,5 m	9 – 12 m	20 – 25 m
Álamo híbrido, Álamo oriental, Algodonero rojo ( <i>Populus deltoides</i> )	2,5 – 3,5 m	9 – 12 m	0 – 30 m
Roble rojos ( <i>Quercus texana</i> , <i>Quercus nuttalli</i> )	2 – 2,5 m	7,5 – 9 m	15 – 20 m
Eucalipto rojo ( <i>Eucalyptus polyanthemus</i> )	2 – 2,5 m	6 – 9 m	10 – 15 m
Sauce llorón ( <i>Salix babylonica</i> )	1,5 - 2,5 m	4,5 – 9 m	15 – 20 m

Fuente: Velboy EOOD, 2015. Disponible en: <http://paulownia.bg/es/cualidades-de-paulownia>

**Especies de *Paulownia*:**

La *Paulownia* son plantas de crecimiento rápido, independientemente del tipo que se trate. Por

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

esta particularidad suya algunos, como *Paulownia tomentosa*, *Paulownia Elongata*, *Paulownia Fortunei* etc., se utilizan para cosecha industrial de madera, biomasa, etanol, forraje, papel etc (Velboy EOOD, 2015). A continuación, se muestran las clases de *Paulownia*:

- *Paulownia australis*
- *Paulownia catalpifolia*
- *Paulownia coreana*
- *Paulownia duclouxii*
- *Paulownia elongata*
- *Paulownia fargesii*
- *Paulownia fortunei*
- *Paulownia glabrata*
- *Paulownia grandifolia*
- *Paulownia imperialis*
- *Paulownia kawakamii*
- *Paulownia lilacina*
- *Paulownia longifolia*
- *Paulownia meridionalis*
- *Paulownia mikado*
- *Paulownia recurva*
- *Paulownia rehderiana*
- *Paulownia shensiensis*
- *Paulownia silvestrii*
- *Paulownia taiwaniana*

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

- *Paulownia thyrsoidea*
- *Paulownia tomentosa*
- *Paulownia viscosa*

#### **4.2 Marco histórico**

El uso de *Paulownia* en Japón data de más de 200 años a.d.

*Paulownia elongata* es una especie que lleva aproximadamente 2 600 años en China (Gutierrez, 2009)

El botánico suizo Thuberg otorgó el nombre de *Paulownia*, al momento de publicarlo en Japanese Flora en 1781 bajo la clasificación de las Bignoniaceae y reconociéndole como especie *Bignonia Tomentosa* (*Paulownia Tomentosa*). En 1835 Ducht Scholasrs, Zuccarni y Sibold la transfirieron al género de las Scrophulariaceae y encontraron 23 especies. Para 1959 Hu y otros científicos corrigieron las confusiones pasadas, determinando así sólo seis especies de ésta planta (Gutierrez, 2009).

En 1973 Zhu Zhao Hua y un grupo de científicos de la academia China de forestaría hicieron investigaciones sistemáticas corrigiendo el género y las especies, colocando al árbol de *Paulownia* en la familia de las Scrophulariaceae (Gutierrez, 2009).

En el siglo 19 la *Paulownia* se introduce en el territorio de los EE.UU.

A partir de los años 70 del siglo 20, Japón está es capaz de producir suficientemente de paulownia para satisfacer la demanda crecida.

La *Paulownia* llegó a Europa en 1834.

Fue finalizando los años 70 mediante trabajos de mejora genética, que se diseñó un nuevo híbrido, mejorando notablemente su resistencia a plagas y enfermedades, su capacidad para no modificar su entorno y no afectar a otras especies con las que convive debido a que es un clon estéril que sólo se reproduce en el laboratorio (El Blog verde.Com, 2018).

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

La *Paulownia* llegó a Colombia mediante el fundador de Agropaucol, Andrés Ardila, quien investigó en el mundo entero una especie de planta maderable que se pudiera sembrar y explotar en el país (HSB Noticias.Com, 2017).

### **4.3 Marco legal**

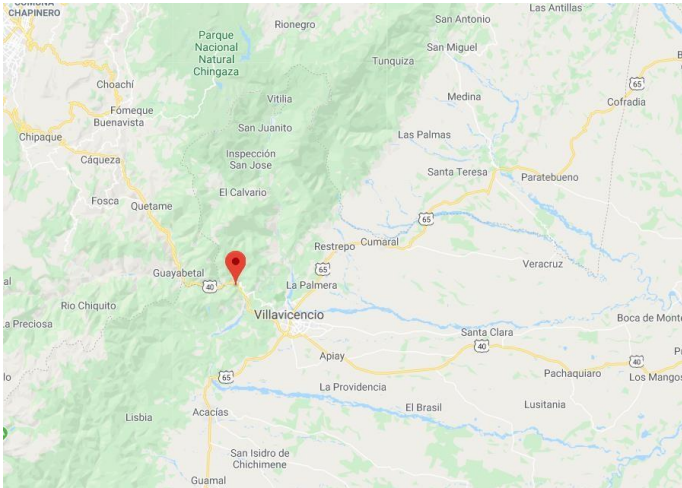
La *Paulownia* por ser una planta que recientemente está siendo cultivada en Colombia, el ente que regula toda clase de procesos o procedimientos que se lleve a cabo respecto de dicha planta es el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, y para contar con una certificación o aval para cultivar la *Paulownia*, especie introducida no originaria de Colombia se requiere una serie de trámites que se realizan a través del Consejo Nacional de la Cadena Forestal; sin embargo, como el presente estudio es evaluar el crecimiento en vivero en tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el vivero la Reforma en la vereda Pipiral de Villavicencio– Meta, no se requiere aún de dichos trámites o permisos.

### **4.4 Margo geográfico**

**4.4.1 Villavicencio – Meta.** Es la ciudad capital del departamento del Meta, se localiza al nororiente del Meta, en el piedemonte de la cordillera oriental, cuyos límites son: al Norte con los municipios de El Calvario y Restrepo; al Sur: San Carlos de Guaroa y Acacías, al Oriente con Puerto López y al Occidente con Acacías y el departamento de Cundinamarca. Con una extensión de 1.328 km<sup>2</sup>, altura en msnm de 467, temperatura entre los 27°C. Está catalogada como la ciudad de mayor representatividad, por su núcleo poblacional, importancia económica, gracias a su cultura y por ser destino turístico (Colombia Turismo Web, s.f.).

Figura 2. Ubicación de Pipiral en el departamento del Meta

## Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta



Fuente:

<https://www.google.com/maps/place/4%C2%B011'51.6%22N+73%C2%B043'31.8%22W/@4.197675,-73.7255,10z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d4.197675!4d-73.7255?hl=es-ES>

El vivero La Reforma zona Pipiral es el lugar donde se realizaron las pruebas de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante en la especie *Paulownia Elongata*; vivero ubicado en la vereda Pipiral, a 13 km de Villavicencio capital del Meta y a aproximadamente 63 km de Bogotá, la capital de Colombia.

## 4.5 Marco conceptual

- **Reforestación:** es la repoblación con plantas o árboles, por lo general criados en vivero; dicha actividad se implementa en áreas o terrenos donde se han reducido los árboles por condiciones climáticas o actividades humanas (BLOG. CONEXIÓN VERDE, S.F.).
- **Novedad:** es la cualidad de algo recientemente fabricado o elaborado, distinto o mejorado a algo que antes había, o recientemente se incorpora a un grupo (Definición de: Novedad, S.F.).
- **Sustratos:** es el componente que da soporte a las plantas proporcionándoles nutrientes necesarios, dicho sustrato puede ser el agua o el suelo; en cuanto al sustrato para vivero,

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

está compuesto por combinaciones de materiales tales como: tierra, cascarilla, turba, arena, entre otros, cuyas propiedades físicas y químicas se diferencian por los mismos elementos que lo componen; un sustrato combinado apropiadamente genera semillas con condiciones de humedad y aireación para una germinación lo más homogénea posible (García, S.F).

- Viveros: hace referencia a un terreno dedicado a multiplicar y criar plantas hasta que se encuentren fuertes y formadas para ser plantadas en su terreno de asiento o para ser vendidas (SCRIBD , S.F.).
- Raíces primarias: es la raíz que crece verticalmente hacia abajo; formando un centro del cual otras raíces se forman lateralmente (AGROBETA.COM, 2014).



## 5. Metodología

### 5.1 Método de investigación

Para la realización del presente trabajo investigativo, se eligió el método exploratorio, siendo que el tema del árbol de *Paulownia Elongata*, realmente es nuevo en nuestro país, por ende es poco explorado y conocido, por tal motivo las hipótesis respecto al tema objeto de estudio son poco precisas; de otro lado, con éste método se pretende tener una visión general lo más aproximada posible respecto de los sustratos y un enraizante natural que dan mejores resultados para la *Paulownia Elongata* en suelos colombianos, específicamente en los llanos orientales.

### 5.2 Enfoque

La presente investigación es de enfoque Experimental debido a que las autoras - investigadoras pueden manipular o cambiar las variables independientes (sustratos) para conocer el comportamiento de la variable dependiente (semillas de *Paulownia Elongata*), ante lo cual se lleva un control riguroso de las condiciones, y obtener los datos hallados con la investigación. Con el propósito de detectar cual es el sustrato que da mejores resultados.

### 5.3 Población y muestra

En total se requieren 50 semillas provenientes de 4 plantas madre (por valor de \$ 10.000 cada planta madre) de *Paulownia Elongata*, a las cuales se colocará 3 sustratos y 1 enraizante natural (*aloe vera* o sábila) que se tiene para la investigación, por cada uno de ellos se realizaran 10 repeticiones, dicho proceso se llevará a cabo en el vivero La Reforma.

#### 5.4 Fuentes de recolección de información

**541 Fuentes primarias.** La observación directa, será la principal fuente de recolección de información, “permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como éste se da en la realidad, es una manera de acceder a la información directa e inmediata sobre el proceso, fenómeno u objeto que está siendo investigado” (Gestiopolis, S.F.). Sin embargo, la observación requiere que el investigador tome apuntes de cada suceso que se presente en un registro de actividades. Así mismo, se tomará como instrumento primario el registro de actividades en el cual se anotan datos de las actividades desarrolladas.

**542 Fuentes secundarias.** Se tomarán como tal: documentos científicos, investigativos, históricos, tesis, libros, monografías, artículos de revistas, artículos de libros, informes técnicos, enciclopedias virtuales de universidades reconocidas, entre otros, de los cuales se pueda obtener información original resultado de trabajo intelectual respecto del árbol *Paulownia Elongata*.

Para dar cumplimiento a nuestro proyecto de investigación sobre algunos sustrato, con el fin de conocer los porcentajes de crecimiento radicular de esta especie *Paulownia Elongata*, en primera medida se buscara un sitio donde se puede llevar a cabo esta investigación el cual será en el municipio de ubicado en la vereda Pipiral de Villavicencio, se escoge este sitio ya que es un lugar tranquilo y libre de animales que pueden interferir en mi proyecto, luego se compraran bolsa de polietileno de color negro utilizadas para vivero, en total se requieren 50 bolsas, donde luego se procederá a su llenado con cada uno de los 3 sustratos y 1 enraizante natural (*aloe vera* o sábila) que se tiene para la investigación, por cada uno de ellos se realizaran 10 repeticiones, están serán llevadas a un lugar que previamente se preparó para dejar las plántulas por 4 meses, inmediatamente se procederá a sembrar las semillas las cuales han sido previamente compradas en un vivero certificado por el ICA , una vez que se sembradas se procederá a regarla y cuidarla del ataque de plagas y enfermedades que pueden llegar a estas semillas durante 4 meses, por último se

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

medirán su tamaño y se procederá a cortar la bolsa para determinar el porcentaje de raíz que hayan crecido en el tiempo que duro el proyecto.

El trabajo investigativo constará de los siguientes puntos:

1. Generalidades de la especie *Paulownia*
  - 1.1 Antecedentes de *Paulownia* en Colombia
  - 1.2 Generalidades de la *Paulownia Elongata*
  - 1.3 Aspectos biológicos y manejo del cultivo
  - 1.4 Crecimiento y rendimiento del cultivo
  - 1.5 Daños bióticos y abióticos
  - 1.6 Propiedades y usos de la *Paulownia*
2. Realización del vivero
  - 2.1 Planificar el vivero
  - 2.2 Medición periódica del crecimiento de la *Paulownia Elongata*
  - 2.3 Selección y compra de la semilla
  - 2.4 Preparación del terreno y ubicación del sitio a construir el vivero
  - 2.5 Adecuación definitiva de muestras
  - 2.6 Preparación del sustrato con el cual se llenarán las bolsas
  - 2.7 Llenado de bolsas
  - 2.8 Elaboración de bancales
  - 2.9 Desinfección del suelo
  - 2.10 Construcción de la ramada
  - 2.11 Aplicación del enraizante natural *aloe vera* o sábila
  - 2.12 Siembra de la semilla de *Paulownia Elongata*
  - 2.13 Diseño de registros

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

- 2.14 Toma de datos diarios
- 3. Recolección de datos mediante mediciones periódicas a las semillas germinadas en el vivero
- 4. Experimento con sustratos
  - 4.1 Análisis de resultados obtenidos con cada sustrato y el enraizante natural (*aloe vera*)
  - 4.2 Comparativo entre los tres sustratos y el enraizante natural utilizado en el estudio
  - 4.3 Conclusiones
- 5. Definición de la mezcla de sustrato que permite un mayor y mejores condiciones de crecimiento en la utilización de la fase de vivero de la especie *Paulownia Elongata*
- 6. Conclusiones
- 7. Recomendaciones
- 8. Donación de las plántulas a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – Unad – CEAD Acacias (actualmente están a disposición de la Universidad).

## **6. Investigativa**

### **6.1 Antecedentes**

#### **Crecimiento de mezquite en vivero bajo diferentes condiciones de sustrato, riego y retenedores de humedad**

El sustrato fue el factor que más influyó en la calidad de las plantas de *Prosopis laevigata*, posterior a ello siguieron la frecuencia de riego y los retenedores de humedad. Las combinaciones formadas por la mezcla base (*peat moss* [55 %] + vermiculita [24 %] + agrolita [21 %]), riego cada 48 h y retenedor de humedad en dosis de 1.5, 4.5 o 6.0 g·L<sup>-1</sup> de sustrato fueron las que más contribuyeron en el crecimiento en altura, diámetro y producción de biomasa de las plantas. Los resultados encontrados pueden servir de base para explorar otras posibilidades que permitan mejorar la calidad de la planta (Cervantes Rodríguez & Prieto Ruíz, 2018).

#### **Evaluación de Cuatro dosis de fertilización en el desarrollo de *Paulownia* en Zumpango, Estado de México.**

*Paulownia elongata* es un especie de crecimiento rápido que ha demostrado grandes cualidades desde la obtención de madera desde el punto de vista comercial para la fabricación de instrumentos musicales, casas y otros accesorios, así como una alternativa agroforestal para la obtención de forraje para pequeños rumiantes, con un contenido proteico de aproximadamente del 20%, por lo que el hombre en la actualidad la ha aprovechado al máximo, el objetivo del presente trabajo fue probar las siguientes dosis de fertilización 46-46-92, 92-92-92, 138-138-92 y 184-184-92 sobre el crecimiento de *Paulownia elongata*, para su adaptación en Zumpango, México, No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización en los árboles de *Paulownia elongata* con un nivel de significación del 0.05 (Revista Iberoamericana de Ciencias, 2015).

**Evaluación de eficiencia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de Ramillas de Café Robusta (*Coffea Canephora*), en vivero, cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana.**

Con la cual los autores proponen: Evaluación de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de ramillas de café robusta (*coffea canephora*) en vivero, Cantón francisco de Orellana, Provincia Orellana. Para el diseño estadístico se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), en arreglo bifactorial (seis enraizadores y dos tipos de sustratos.), en tres repeticiones. El coeficiente de variación se expresó en porcentaje y se realizó la prueba de tukey al 5%. Resultado que: El mayor porcentaje de prendimiento a los 60 días y 180 días lo obtuvo la interacción Hormonagro + Cascarilla de café+ humus, tierra de sito y tierra de huerto con 96,67 y 96,77% respectivamente. En la altura de planta Bioplus muestra superioridad con valores de 2,16 y 10,65 cm. A los 60 y 180 respectivamente. En el número de hojas Bioplus obtuvo el mayor promedio en todas las evaluaciones llegando a 9,94 en el día 180. En cuanto a la longitud de la raíz, peso de raíz y mayor número de raíces lo presento Hormonagro con 15,53 cm., 9,06 gr. y 6,03 respectivamente. Los índices más altos de Beneficio/Costo lo obtiene T12 (Hormonagro + Cascarilla de café + humus, tierra de sitio y tierra de huerto) con 17922,50 %, lo que significa que por cada dólar invertido existe una tasa de retorno marginal de 179,22 USD. Se recomienda la utilización de Hormonagro + Cascarilla de café, humus, tierra de sito y tierra de huerto, por sobresalir ante todos los tratamientos en estudio (Lema Ramos, 2012).

**Efecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa (*rosa sp*) del patrón natal brier en condiciones de vivero en el instituto de educación rural (ier) san salvador, calca-cusco**

Se empleó el diseño completamente al azar con estructura factorial de 4 x 2 con una combinación

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

de 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los factores estudiados fueron Factor A Enraizadores a1: Testigo (Sin aplicación) a2: Rapid root a3: Root-Hor® a4: Rooter® y el Factor B Sustratos b1: Arena (50 %) + humus (50 %) y b2: Arena (40 %) + humus (30 %) + tierra negra (30 %). Para el análisis estadístico se empleó el análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad F de 0,05 y 0,01 y para la comparación entre medias la prueba de significación de Duncan al 95 % de confiabilidad. Los resultados indicaron que para el factor A enraizadores el a3 logró mayor efecto con 176,83 mm sobre las variables evaluadas con un nivel de confianza del 99 % seguido del a4 con 155,26 mm y en tercer lugar el a2 superando estadísticamente al testigo. En relación al factor B sustratos el b2 superó estadísticamente con 155,15 mm, con un nivel de confianza del 99 % al sustrato combinado en b1 sin embargo para la interacción A x B la variable longitud de raíces a los 60 días logró el mayor promedio la combinación a3b2 con 190,62 mm de longitud de raíces, concluyendo en base a las evaluaciones a las variables de estudio el a3b2 tuvo mayores efectos (Márquez Lima, 2017).

**Crecimiento, supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de *Paulownia Elongata* × *fortunei* al primer año de desarrollo vegetativo en tres sitios del centro sur de Chile**

Ahora bien, en cuanto a estudios de *Paulownia*, se puede apreciar los hallazgos obtenidos con dicho estudio donde el autor evaluó “el crecimiento, supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de *Paulownia Elongata*” (Salguero Avila, 2015), donde las variables fueron el crecimiento el crecimiento total que alcanzaron las plantas, diámetro altura del cuello, índice de crecimiento y finalmente al cabo del primer año la supervivencia de los vegetales; detectando que en los lugares favorables edafoclimáticamente las cuales permitieron más crecimiento, entre tanto los clones no presentaron mayor diferencias; así mismo, la humedad del suelo del sitio donde se llevó a cabo el estudio fueron favorable, como se muestra en la siguiente tabla:

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Tabla V. Medias de incrementos y tasa de supervivencia para cada clon en cada sitio evaluado, obtenidos a los tres meses de crecimiento de los clones desde el establecimiento.

Sitio	Clon	Variables			
		DAC (cm)	H (cm)	IC (cm <sup>3</sup> )	Supervivencia (%)
La Isla	P1	0,6 b	13,7 b	4,3 b	41,3 b
	P2	0,6 b	16,6 b	5,8 b	98,7 a
Trehualemú	P1	0,6 b	11,1 b	4,7 b	93,3 a
	P2	1,2 a	25,4 a	38,1 a	94,7 a
El Vergel	P1	0,8 a	25,5 a	18,7 a	97,3 a
	P2	0,9 a	29,7 a	29,2 a	96,0 a

DAC: diámetro a la altura del cuello; H: altura; IC: índice de crecimiento. Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre medias (Tukey,  $P \leq 0,05$ ).

Es claro que el clon P2 presentó mayor crecimiento en los tres sitios donde se llevó a cabo las pruebas; sin embargo, en el Vergel y Trehualemú ambos clones presentaron tasa de supervivencia favorable.

### **Adaptación de especies forestales de rápido crecimiento del género *Paulownia* a las condiciones del sitio bosque húmedo tropical en Santo Domingo**

Con el anterior estudio realizado en Santo Domingo – Ecuador, se evaluó las siguientes variables: altura, diámetro (10 cm), altura del pecho y área de compa (dasométricas), de otro lado, se registró propiedades físicas y químicas del suelo, así como la compactación, fertilidad y densidad aparente (Zambrano Menendez, 2015), como uno de los hallazgos importantes, fue que en el mes de junio afectó el crecimiento de la *Paulownia*, por cuanto ésta planta requiere 500mm y en dicho mes se presentó precipitación baja. Así mismo, las *Paulownias* (*Paulowniaceae*) lograron una altura entre 2.9m a 3.20m (aprox. 25cm por mes) y su diámetro es de 4.7cm a 4.9cm.



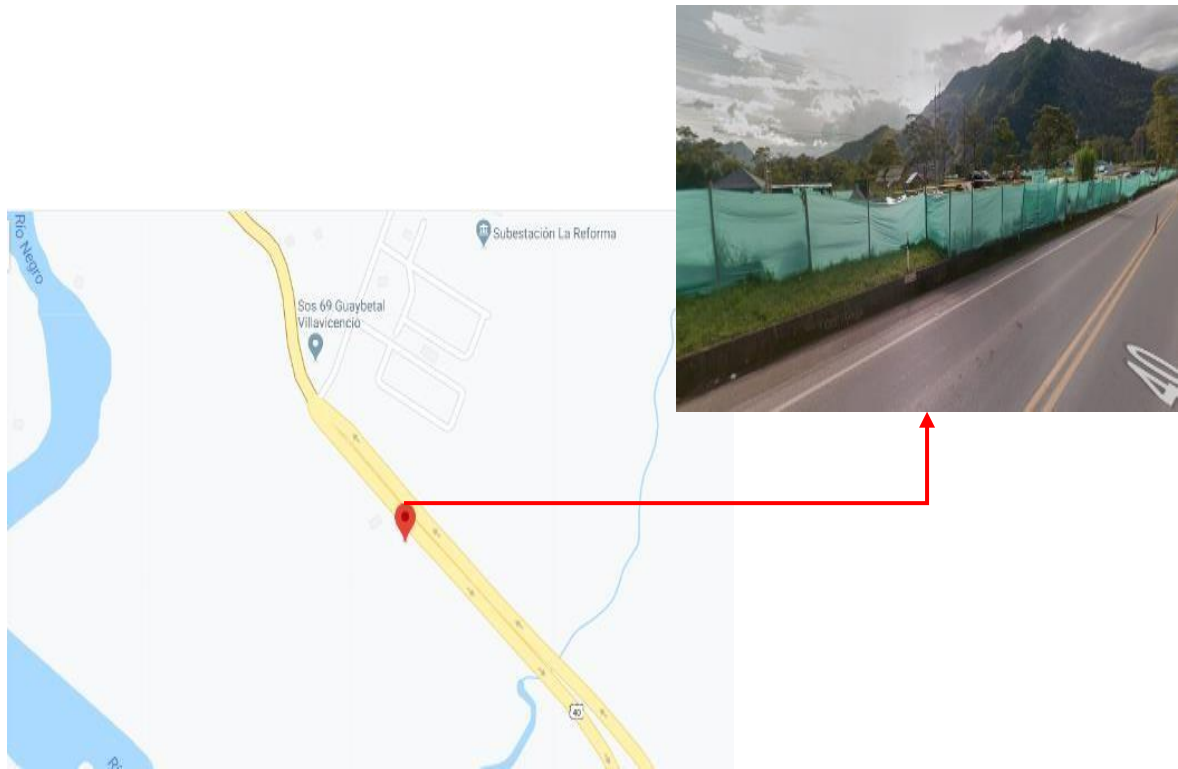
**Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del género *Paulownia* (*P. Fortunei*, *P. Elongata*, e híbrido entre *Fortunei* x *Elongata*)**

Esta investigación estudió la adaptabilidad de las tres especies durante 1 años, en la cual los resultados más representativos fueron: “los valores que se obtienen en altura en la última evaluación de la especie *Paulownia* híbrido (76,22 cm) que es la especie del genero *Paulownia* que más creció se acercan un poco a los valores obtenidos en la sexta evaluación del Eucaliptus saligna. (86,22 cm)” (Guilcapi Baldeon, 2015), hallando que las características edafoclimáticas de Tunshi no favorecen el crecimiento o evolución de la *Paulownia*; donde la altura de la *Paulownia* híbrido por mes correspondió a aproximadamente 6.33cm.

**6.2 Realización de un vivero de la especie *Paulownia Elongata*, mediante áreas demostrativas para cada tipo de sustrato usado en las plántulas.**

El vivero de la especie *Paulownia Elongata*, se encuentra ubicado en la verada Pipiral vía Villavicencio – Bogotá, en la siguiente coordenada: 4°10'37.0"N 73°42'23.6"W, se llevó a cabo allí aprovechando la oportunidad y condiciones que brinda del vivero La Reforma zona Pipiral, el cual fue construido para apoyar la reproducción de material vegetal del proyecto “Corredor Ecológico Vial Bogotá–Villavicencio”, con el cual se busca reforestar el corredor ecológico vial Bogotá – Villavicencio (Fundación Natura Colombia, 2016); el motivo por el cual se llevó a cabo allí el vivero de la especie *Paulownia Elongata*, se debió a que una de las investigadoras autoras del presente estudio trabaja en el proyecto citado, por ende pudo estar pendiente y tomar los datos necesarios, aunado a ello, las condiciones de infraestructura y demás permitieron la puesta en marcha del vivero de la especie *Paulownia Elongata* y así recolectar datos vitales para esta investigación.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



*Figura 1.* Ubicación del vivero. Fuente: google maps, con adaptaciones de las autoras.

Tropicpawcol Agro consultoría. <https://www.youtube.com/watch?v=KjFNkBrcg3s>

### **Generalidades de la *Paulownia***

La *Paulownia*, es un árbol originario de la china, su madera es de excelente calidad, ha causado grandes impactos en Colombia, sin embargo, todos no son positivos, en el país en varias regiones ya se ha cultivado, pero su mal manejo ha causado fracaso en los agricultores, lo cual se puede deber a que: no hay acompañamiento para cultivar dicha planta de manera adecuada y acorde a las necesidades de la planta, así mismo, se han cometido errores al momento de hacer cruces genéticos con dicha planta (Ferco Import, 2018).

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Es claro que la *Paulownia* al igual que toda clase de flora requiere de ciertas condiciones para su óptimo desarrollo, la falta de conocimiento y real compromiso al momento de cultivar *Paulownia*.

Biofábrica del Tecnológico de Antioquia en Colombia, la importaron y la clonan en cultivo invitro, para lograr uniformidad y mejor calidad, con características genotípicas de acuerdo al hábitat.

**Bondades de la *Paulownia***

- Reforestación
- Enriquece el suelo, fija materia orgánica y nitrógeno
- Hojas forrajeras sirven de alimento para el ganado, provee 20% proteína cruda, 60% digestibilidad
- Flores ricas en polen, producen miel fina
- Sirve como barrera corta vientos
- Permite la mitigación de la contaminación ambiental
- Mecanismo de desarrollo limpio y amigable con el medio ambiente
- Mayores ingresos económicos
- Resiste altamente las plagas
- Es Hidrófuga 425° C, resistente al fuego
- Madera de excelente calidad y ligera, poco porosa, vetas definidas
- Madera aísla temperaturas, altamente resistente
- Secado al medio ambiente para cortar fácilmente
- Diversas aplicaciones en la madera
- Alto rendimiento x hectárea 163 m<sup>3</sup> para madera,
- Peso 6k en estiva 1.20
- Rebrotan 10 al cortar uno, se cortan 1 nacen 10.
- Se puede producir bioetanol de celulosa a partir de la biomasa (al año) de la planta
- Especie que se empieza a aprovechar a partir del año para diversos usos

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

- Embellece diversos espacios
- Absorbe hasta 22 toneladas de CO<sup>2</sup> por hectárea (Ipaulownia, 2019)

*Paulownia Elongata* presenta mejor desarrollo para el trópico y se adapta a distintos territorios, planicies, regiones montañosas, soporta hasta 18°C, pero crece mejor en climas templados.

La *Paulownia Elongata*, ya cuenta con registro ICA No. 2012 de acuerdo con Biofábrica del Tecnológico de Antioquia en Colombia, productor invitro, es decir, se puede propagar dicho vegetal a los productores.

Adentrando en el tema objeto de estudio, es claro que se constituye como una herramienta ideal para aquellos agricultores o personas que quieran tener un proyecto con la especie *Paulownia Elongata*; el cultivo de ésta planta, es sencillo, pero requiere cuidados, tales como: calidad del agua (preferible agua de lluvia), el sustrato adecuado (altamente drenante), sistema de riego (el sustrato se riega cuando el mismo inicie a cercarse, para evitar que se seque y seque la semilla),

Se sumergen las semillas de *Paulownia* aprox. 12 horas en agua (de lluvia preferiblemente)

Se colocan superficialmente sobre el sustrato, para que obtengan luz solar y puedan germinar

No requiere de estar separadas las unas de las otras,

Se germinan en bandeja de germinación unos meses, donde la luz le llegue indirectamente para evitar que se dañe la semilla, sin embargo, en ésta fase se puede usar luz artificial - bombillas (menos de 12 horas), pero se recomienda la natural (8 a 12 horas), la temperatura debe ser cálida y estable

Una vez las semillas se encuentren en la bandeja de germinación se aplica agua sin que quede muy húmedo, evitando retirar las semillas del sustrato o dejando las semillas enterradas y mueran por falta de sol.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Luego se cubre con un plástico (cúpula) para que los insectos no hagan daño, se deja por 4 semanas.

Luego de la semana 4 se puede apreciar que las plantas han germinado en su mayoría y en el plástico hay humedad.

Luego se trasplantan a bolsas de vivero 5 o 10 kilos

La *Paulownia* ya se está cultivando en: Colombia, Ecuador y Venezuela (Ferco Import, 2018)

Ya habiendo conocido varios aspectos de la *Paulownia Elongata*, a continuación, se dan a conocer los materiales y métodos que se usaron para la puesta en marcha del vivero La Reforma zona Pipiral, así:

***Materiales***

- Tijeras de poda
- Bolsas para vivero
- Tierra negra
- Cascarilla de arroz
- Arena
- Turba Californiana

***Ensayo 1***

Cascarilla de arroz

Arena

***Ensayo 2***

Tierra negra

Cascarilla de Arroz

Turba Californiana

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

***Ensayo 3***

Turba Californiana

Cascarilla de Arroz

***Testigo***

Tierra negra del sitio donde se realizó el estudio.

**Pasos**

- Alistar Materiales
- Toma de plantas madres
- Corte de esquejes en bisel
- Aplicación del *aloe vera*
- Llenado de Bolsas según Ensayo (10 por cada uno)
- Aplicación del Triple 15 al testigo o tierra del lugar
- Siembra de Esquejes
- Etiquetado de ensayos
- Transporte a ubicación final
- Riego
- Toma de Imágenes iniciales

**Controles**

Malezas: Manual

Hormiga Arriera: Hormix SB, sebo peletizado, para control de hormiga arriera, género Atta y Acromymex.

En las siguientes fotos se muestra cómo se llevó el proceso de realización del vivero, lo cual se hizo mediante propagación por esqueje de raíz, (3 a 4 cm), se preparó el sustrato; se llenó bolsas a  $\frac{3}{4}$ , se colocó el esqueje en forma horizontal, pero antes de éste último paso, se aplicó a los esquejes *aloe vera* como enraizante natural, introduciéndolos primero en el gel extraído directamente de una penca, para estimular naturalmente los brotes de raíces; luego se cubrió con

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

sustrato hasta llenar la bolsa y luego de 4 días se presentaron brotes foliares, finalmente se procedió a tomar muestras de los hallazgos de forma periódica como se evidencia en las siguientes fotos, siguiendo los pasos anteriores:

*Foto 1. Semilla de Paulownia Elongata*



Fuente: autoras, 2019

En la anterior foto se muestra la *Paulownia Elongata* seleccionada para obtención de la semilla objeto del presente estudio.

*Foto 2. Esquejes de Paulownia Elongata*



Fuente: autoras, 2019

Raíces de las cuales se obtendrán los esquejes para reproducción de la *Paulownia Elongata* mediante enraizamiento de esquejes.

*Foto 3. Obtención esquejes de Paulownia Elongata*



Fuente: autoras, 2019

Estudiante obteniendo la semilla de *Paulownia Elongata*, con el método esqueje.

*Foto 4. Esquejes de Paulownia Elongata*



Fuente: autoras, 2019

Esquejes obtenidos para reproducción de la *Paulownia Elongata* mediante enraizamiento de esquejes.



**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Foto 5. Llenado de las bolsas con sustrato ensayo 1



Fuente: autoras, 2019

Una vez llenas las bolsas con el testigo, se procede a llenar las bolsas con el ensayo 1, el cual contiene: Cascarilla de arroz y Arena.

Foto 6. Llenado de las bolsas sustrato ensayo 2



Fuente: autoras, 2019

Estudiante investigadora llenando las bolsas con el ensayo 2, el cual contiene: Tierra negra, Cascarilla de Arroz y Turba Californiana.

Foto 7. Esquejes listos para las pruebas



Fuente: autoras, 2019

40 esquejes de *Paulownia Elongata* sembrados en diferentes sustratos (Testigo, ensayo 1, ensayo 2 y Ensayo 3), con los cuales se llevará a cabo las pruebas.

Foto 8. Marcado de los ensayos y testigo para las pruebas con *Paulownia Elongata*



Fuente: autoras, 2019

Marcación de los esquejes de *Paulownia Elongata* una vez sembrados, para tomar los datos correspondientes.



### 6.3 Experimentación con tres clases de sustratos para identificar el que de mejor rendimiento.

Los tres sustratos utilizados fueron: en el ensayo 1: se mezcló cascarilla de arroz y arena; ensayo 2: tierra negra, cascarilla de arroz y turba californiana; finalmente con el ensayo 3, se usó: turba californiana y cascarilla de arroz.

**6.3.1 Análisis de resultados obtenidos con cada sustrato y enraizante natural mediante esqueje.** En las siguientes tablas se evidencia los resultados obtenidos tanto con el testigo, el ensayo 1, ensayo 2 y el ensayo 3.

Tabla 1.

Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el testigo

Sustrato/Enraizante		TESTIGO																			
<i>Paulownia</i>		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Altura (CM)/#Hojas	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	
14-may	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29-may	0	0	0	0	0	0	0,3	2	0,2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-jun	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30-jun	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7-jul	0	0	0	0	0	0	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12-ago	0	0	2	0	0,5	1	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30-ago	0	0	3	1	0,5	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	0	0	3	1	0,5	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: autoras, 2019

En la tabla anterior, se evidencia el comportamiento de la *Paulownia Elongata* con el testigo (tierra del sitio en que se realizó el estudio), con dicha tierra solo nacieron las plántulas # 2, 3, 4 y 5, los restantes 6 no retoñaron, lo cual significa que la tierra requiere sustratos para su desarrollo, toda vez que el comportamiento de crecimiento de la *Paulownia* no se produjo, aunado a lo anterior, debido a que en dicho territorio hay un cultivo vecino de cedro lo cual trajo hormiga arriera; que atacó la *Paulownia* que se cultivó en dicha tierra, ante lo anterior se puede deber el hecho que el 60% de las plántulas no nacieran, pero también se puede deber a las características de la tierra.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

*Tabla 2.*

Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 1

Sustrato/Enraizante		ENSAYO 1																			
<i>Paulownia</i>	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
Altura (CM)/#Hojas	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	
14-may	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0	0	0	0	0,5	2	0,5	2	
29-may	2	2	1	2	1	4	1	4	1	3	1	3	0,5	1	1,5	1	1	3	1	4	
12-jun	2	2	2	2	2	4	1	4	2	3	3	3	2	3	2	2	2	5	2	5	
30-jun	2	2	2	2	2	4	1	4	2,5	3	3	3	2,5	3	2	2	2	5	2	5	
7-jul	3	2	3	3	3	4	2	4	3	2	3	3	3	3	2	3	3	5	3	5	
12-ago	3	1	3	3	3	4	2	6	3	3	3	3	3	3	2	3	3	5	3	5	
30-ago	4	2	4	3	4	4	3	8	3	5	4	4	4	4	3	4	4	6	4	6	
Total	4	2	4	3	4	4	3	8	3	5	4	4	4	4	3	4	4	6	4	6	

Fuente: autoras, 2019

En la tabla anterior, se pueden ver los datos obtenidos con el ensayo 1 (sustrato compuesto por: Cascarilla de arroz y Arena), con el cual se logra que 7 plántulas de *Paulownia Elongata* alcancen una altura máxima de 4cm, y un número de hojas máximo de 8; sin embargo, se puede ver que el comportamiento de desarrollo de las plántulas no es homogéneo, toda vez que hubo plántulas que obtuvieron tan solo 2 hojas y 3 cm de altura.

*Tabla 3.*

Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 2

Sustrato/Enraizante		ENSAYO 2																			
<i>Paulownia</i>	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		
Altura (CM)/#Hojas	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	
14-may	0,5	2	0,5	1	0,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	2	0,5	2	0,5	2	
29-may	1	2	1	1	1	3	0	0	1	1	1.6	2	1	2	1.5	3	1	3	1	4	
12-jun	2	5	3	7	2	0	0	3	3	2	3	4	3	6	4	6	3	6	3	6	
30-jun	2	5	3	7	2,5	0	0	3	3	2	3.5	4	3	6	4	6	3.5	6	3.5	6	
7-jul	2	5	3	7	3	0	0	4	3	2	4	4	3	4	4	6	4	6	4	6	
12-ago	2	6	3	7	3	0	0	3	3	2	6	4	4	4	5	6	5	6	5	6	
30-ago	4	6	4	8	5	0	1	4	4	3	8	5	6	5	7	7	7,4	8	6,8	7	
Total	4	6	4	8	5	0	1	4	4	3	8	5	6	5	7	7	7,4	8	6,8	7	

Fuente: autoras, 2019

En la tabla anterior, se evidencia los datos obtenidos con el ensayo 2 (sustrato compuesto por: Tierra negra, cascarilla de Arroz y turba californiana), con el cual se logra que el total de las 10

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

semillas se desarrollen en plántulas de *Paulownia Elongata*, aunque no homogéneamente, toda vez que tienen alturas desde 1c hasta 7.4 cm, en cuanto al número de hojas presenta el mismo comportamiento, por cuanto una de ellas no tiene y otras tienen hasta 8 hojas.

*Tabla 4.*

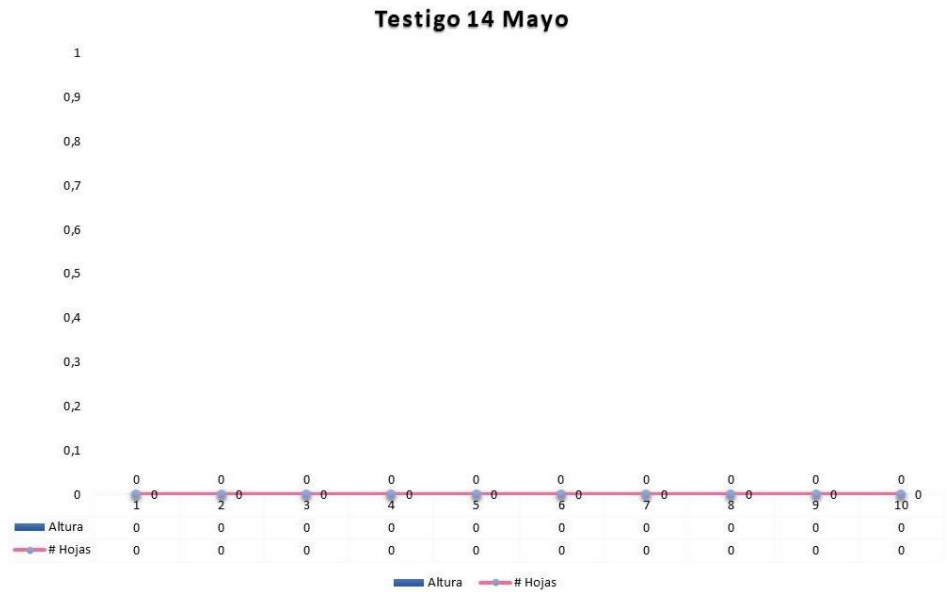
Datos crecimiento/# hojas obtenidos en el ensayo 3

Sustrato/Enraizante		ENSAYO 3																			
<i>Paulownia</i>		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Altura (CM)/#Hojas		A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H	A	#H
14-may		0	0	0,5	2	0,5	4	0,5	2	0	0	0	0	0,5	2	0,5	2	0,5	2	0,5	3
29-may		1,3	0	1	4	0	6	0	2	0,4	1	0,5	0	1	3	1	2	1	3	1	5
12-jun		3	3	2	4	1	4	1	4	2	4	2	5	2	3	3	6	2	5	2	3
30-jun		3	3	3	4	1,8	4	2,5	4	2	4	2,5	5	2	3	3	6	2	5	2	3
7-jul		3	3	4	5	2	4	3	5	2	4	3	6	2	3	3	6	3	5	3	3
12-ago		3,5	4	5	5	3	3	3	5	3	4	3	6	3	4	3	7	3	4	3	3
30-ago		5	6	7	6	5	4	5	6	5	6	4	6	4,5	5	4	8	4	6	5	5
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

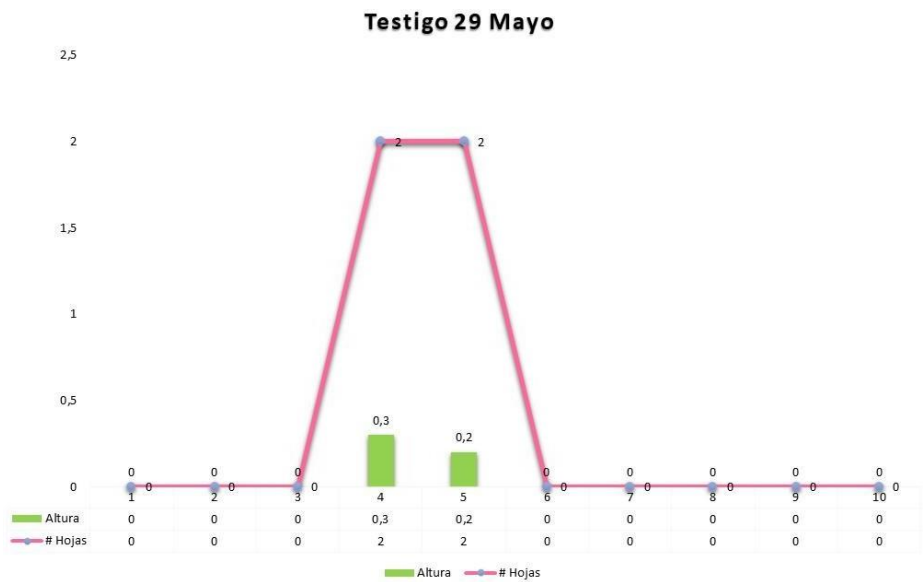
Fuente: autoras, 2019

En la tabla antes expuesta, se aprecian los resultados obtenidos con el tercer ensayo, para lo cual se llevó a cabo un sustrato compuesto por: turba californiana y cascarilla de arroz, el cual presentó resultados más homogéneos, sin embargo, no satisfactorios con relación a estudios y documentales realizados con *Paulownia*; dichos resultados son: en cuanto a la altura está entre 4cm y 5cm, a excepción de una plántula que alcanzó la altura de 7cm, así mismo, el número de hojas oscila entre 4 y 6 hojas, pero la plántula 8 presentó un mejor resultado en cuanto al número de hojas con 8, aunque su altura fue de 4cm.

Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta

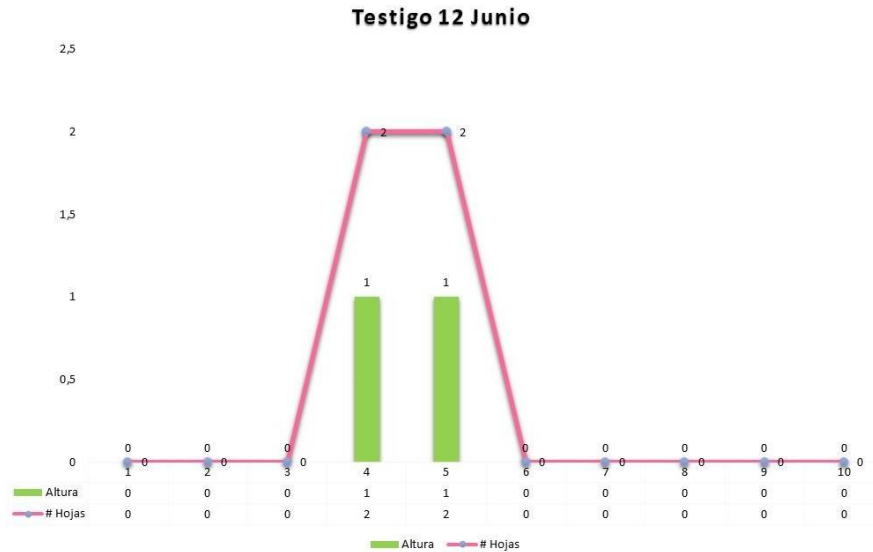


En la gráfica anterior, es evidente que se parte del punto cero en cuanto a crecimiento del tallo y cantidad de hojas de la *Paulownia Elongata*.



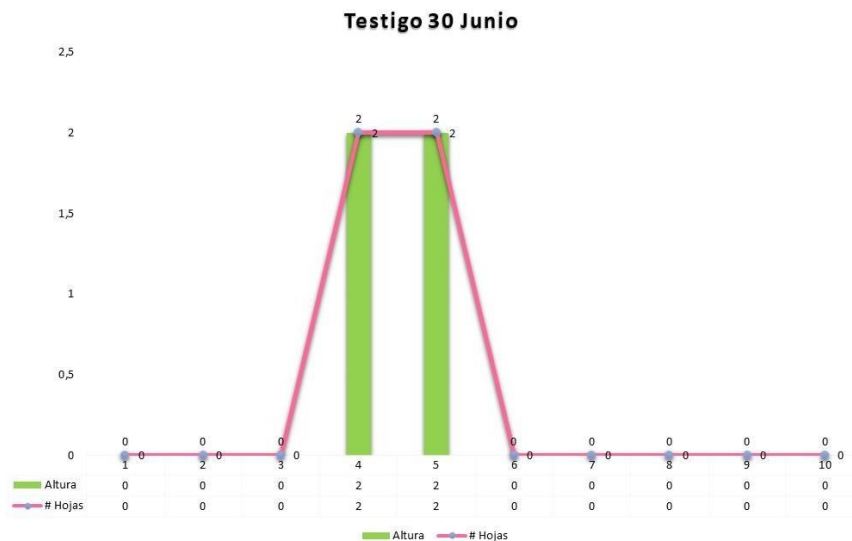
En la gráfica anterior, se puede ver que solo dos (4 y 5) de los diez esquejes de la *Paulownia Elongata* crecieron y a los mismos les salieron hojas, sin embargo, no tienen el desarrollo que se esperaba de acuerdo a los antecedentes.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 3. Tercer toma de datos con el testigo. Fuente: autoras, 2019

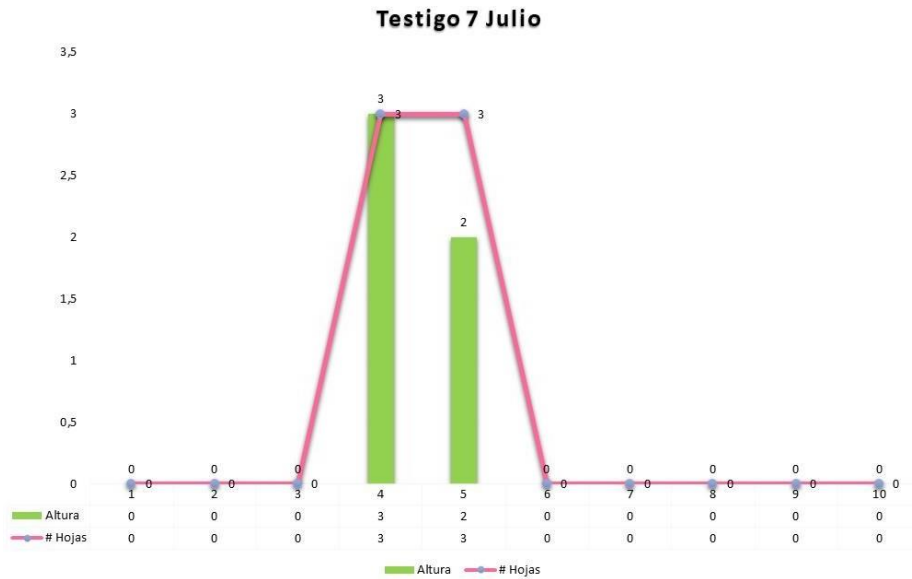
En la gráfica 3, se puede ver que los esquejes 4 y 5 de *Paulownia Elongata* lograron un crecimiento de 1cm y tienen las mismas dos hojas cada uno, de otro lado, se observa que los demás esquejes no han crecido.



Gráfica 4. Cuarta obtención de datos con el testigo. Fuente: autoras, 2019

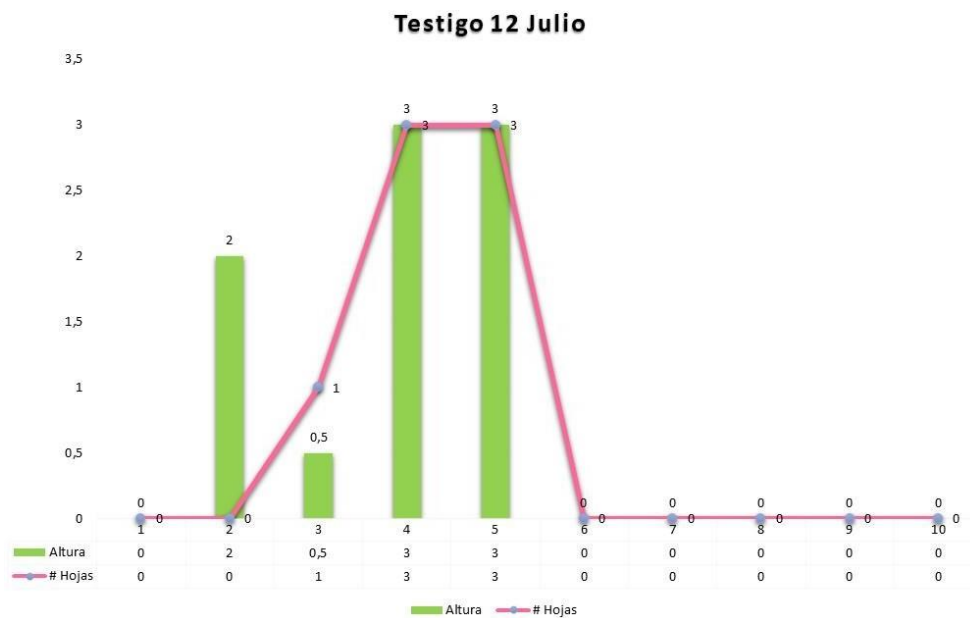
En la gráfica 4, se puede ver que los esquejes 4 y 5 de *Paulownia Elongata* lograron un crecimiento de 2cm y tienen las mismas dos hojas cada uno; y aún no se observa evolución de los demás esquejes.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 5. Quinta obtención de datos con el testigo. Fuente: autoras, 2019

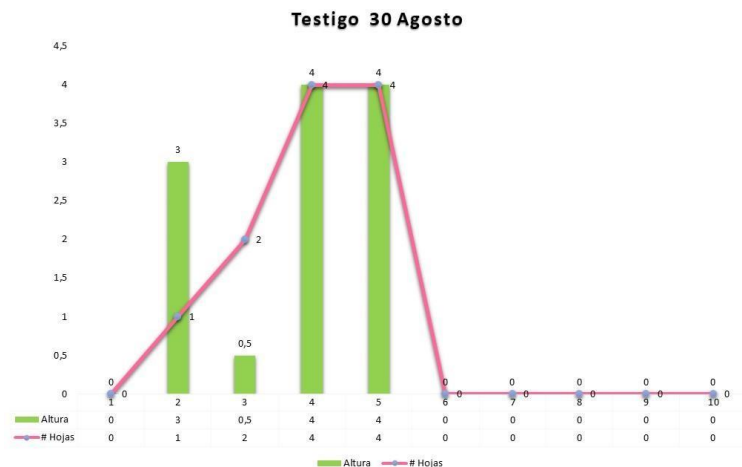
En la gráfica 5, se puede ver que el esqueje 4 de *Paulownia Elongata* creció 3cm mientras el 5 continua en 2cm y tienen tres hojas cada uno; y aún no se observa evolución de los demás esquejes.



Gráfica 6. Sexta obtención de datos con el testigo. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 6, se evidencia que el esqueje de *Paulownia Elongata* 2 creció 2cm, pero no tiene hojas, entre tanto el esqueje 4 no presentó crecimiento, aún está en 3cm, entre tanto el 5 si creció a 3cm y tienen tres hojas cada uno; y aún no se observa evolución de los demás esquejes.

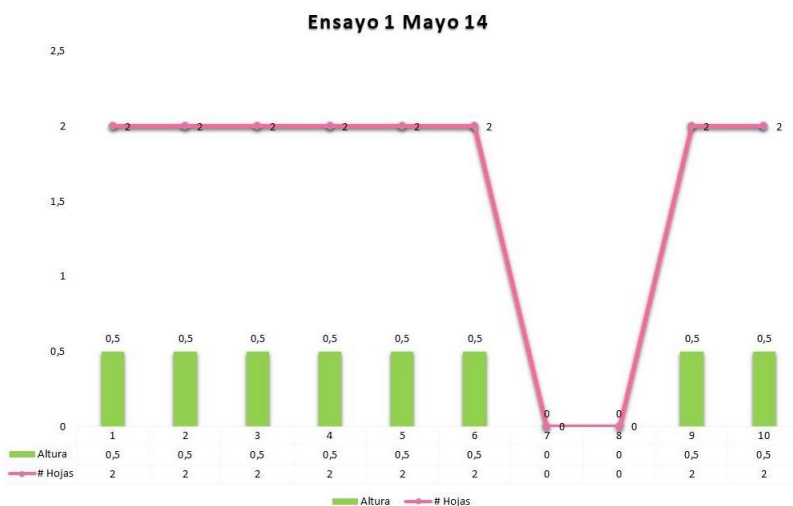
**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 7. Séptima obtención de datos con el testigo. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 7, se evidencia que el esqueje de *Paulownia Elongata* 2 creció 3cm y tiene 1 hoja, el esqueje 3 presenta un crecimiento del tallo de 0.5 cm, mientras el esqueje 4 y 5 crecieron a 4cm y tienen cuatro hojas cada uno; y los demás esquejes definitivamente no retoñaron; lo anterior, se puede deber a que la compactación del suelo impide el desarrollo de la raíz.

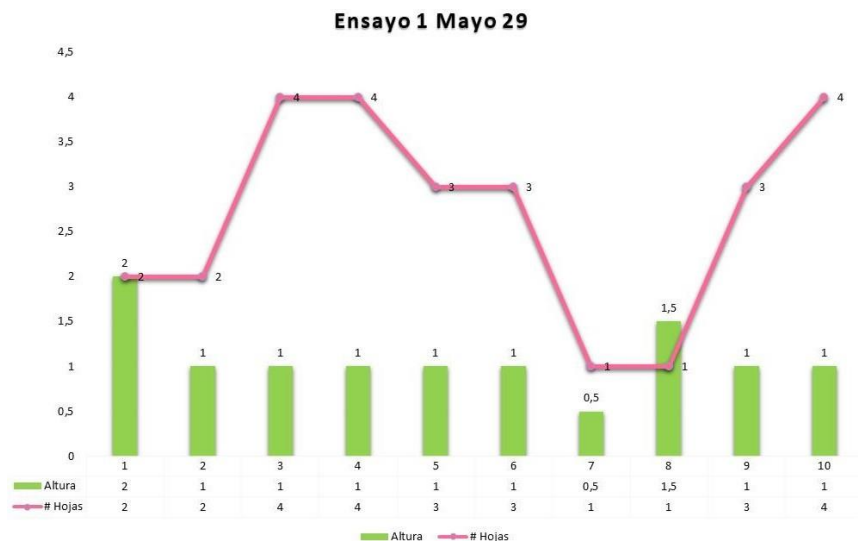
Ya habiendo obtenido los resultados con el testigo, en las siguientes gráficas Ensayo 1, se procede a revisar los hallazgos con el ensayo 2, así:



Gráfica 8. Primera obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

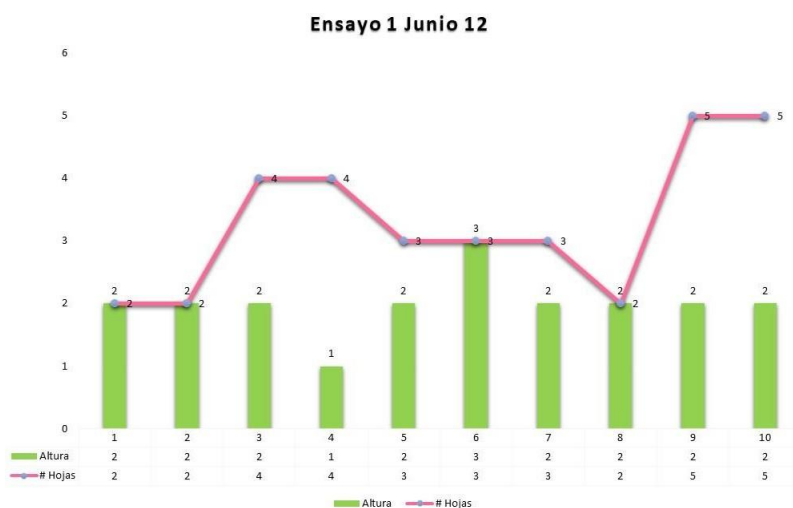
En la gráfica 8, se evidencia que el esqueje de *Paulownia* con el sustrato del ensayo 2 en la primera toma de datos, presentó un crecimiento de 0.5cm en los esquejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 y 10, entre tanto el # 7 y 8 no mostraron crecimiento alguno.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 9. Segunda obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 9, en la segunda toma de datos se evidencia un crecimiento de 2cm en la plántula 1 y en la 8 alcanzó una altura de 1.5, siendo éstos dos los de mayor crecimiento, entre tanto, las plántulas 2, 3, 4, 5, 6, 9 y 10 lograron 1cm de altura; mientras la plántula #7 alcanzó tan solo 0.5cm.

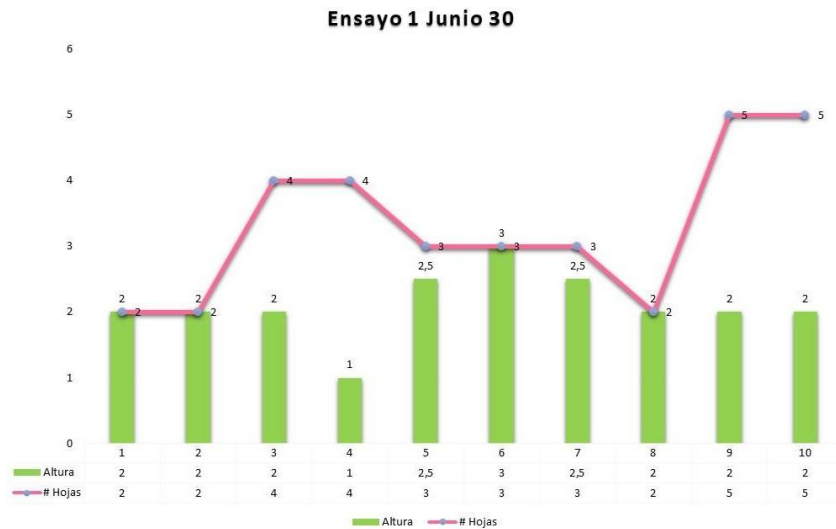


Gráfica 10. Tercera obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 10, las plántulas 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9 y 10 alcanzaron 2cm de altura; la plántula 6 alcanzó el máximo crecimiento de 3cm; pero la plántula 4 obtuvo tan solo 1cm de altura, con lo cual se aprecia que no hubo crecimiento entre la segunda toma de datos y la tercera.

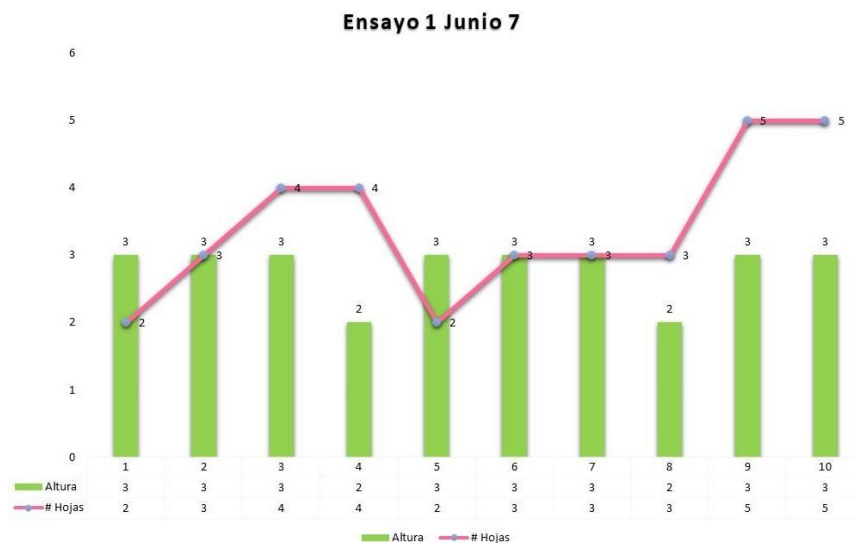


**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 11. Cuarta obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

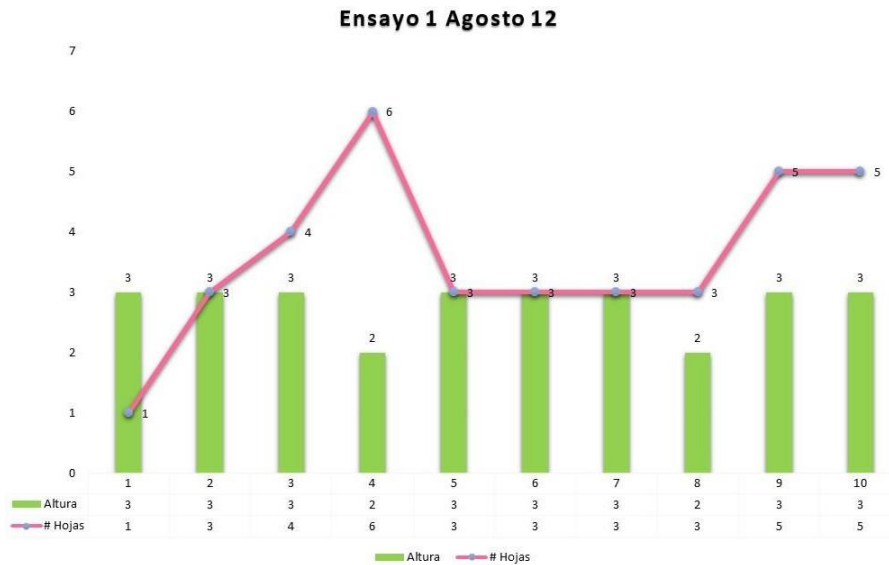
La gráfica 11, corresponde a la cuarta toma de datos del ensayo 1, en la cual se aprecia que el desarrollo de las plántulas no es homogéneo, y se ve que las plántulas 1, 2, 3, 8, 9 y 10 no tuvieron crecimiento; entre tanto, la # 6 alcanzó la altura máxima de 3cm siendo ésta la más alta.



Gráfica 12. Quinta obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 12, se aprecia un crecimiento más homogéneo de 3cm de manera generalizada en las plántulas 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 y 10, siendo ésta la altura máxima; entre tanto las plántulas 4 y 8 no mostraron crecimiento.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 13. Sexta obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 13, se evidencia que las plántulas no mostraron desarrollo diferente al de la obtención de datos del 1 de junio (ver gráfico 12).



Gráfica 14. Séptima obtención de datos Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 14, se muestra que las plántulas 1, 2, 3, 6, 7, 9 y 10 alcanzaron la altura más desarrollada de 4cm, entre tanto las demás plántulas lograron tan solo 3cm de altura máxima.

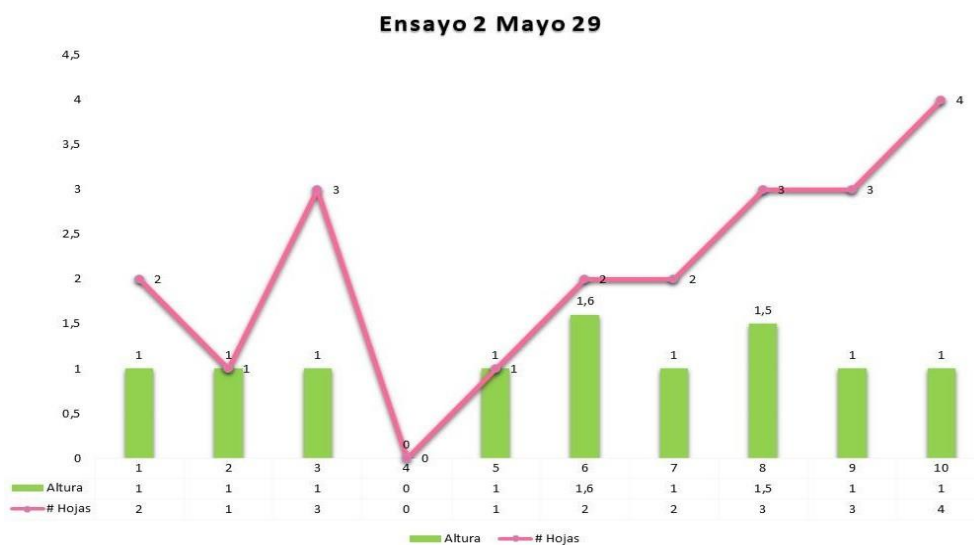
**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Ahora, se procede a revisar los resultados obtenidos con el Ensayo 2:



Gráfica 15. Primera obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

La gráfica 15, evidencia que las plántulas 1, 2, 3, 8, 9 y 10 alcanzaron una altura máxima de 0.5cm; entre tanto, las plántulas 4, 5, 6 y 7 no presentaron crecimiento.



Gráfica 16. Segunda obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

La gráfica 16, el máximo desarrollo lo presentan las plántulas 6 y 8, con 1.6 cm y 1.5cm respectivamente; de otro lado, el crecimiento de las plántulas 1, 2, 3, 5, 7, 9 y 10, fue de 1cm.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 17. Tercera obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

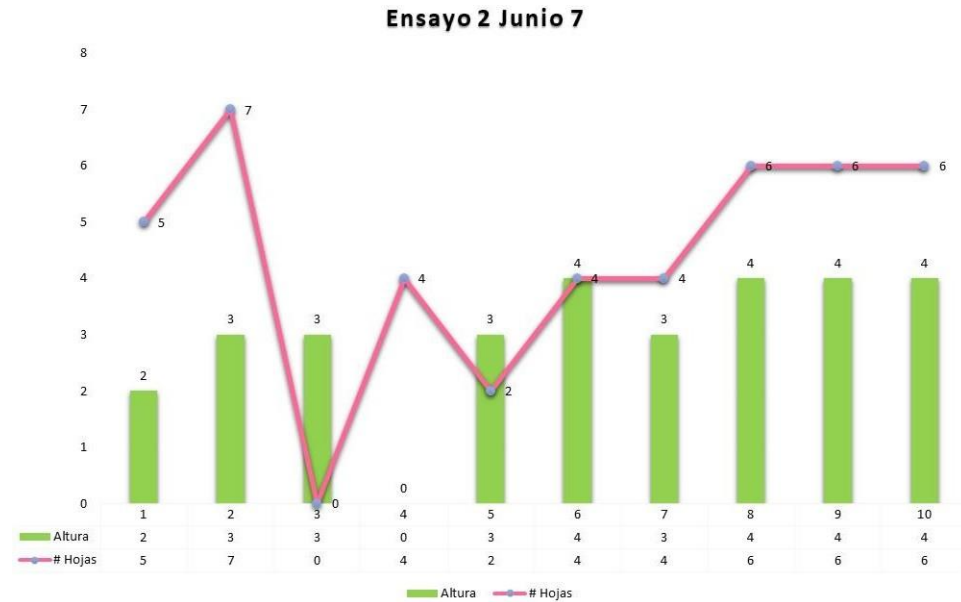
En la gráfica 17, se evidencia que la plántula 8 alcanza una altura máxima de 4cm, de otro lado, las plántulas 2, 5, 6, 7, 9 y 10 lograron 3cm; pero el esqueje 4 no se ha desarrollado y las plántulas 1 y 3 tan solo alcanzaron altura de 2cm.



Gráfica 18. Cuarta obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 18, se evidencia que con la cuarta toma de datos el crecimiento no fue significativo; la altura máxima fue la misma de 4cm en la plántula 8.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 19. Quinta obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 19, es evidente que el esqueje # 4 no ha presentado desarrollo, y la altura máxima fue de 4cm en las plántulas 6, 8, 9 y 10.



Gráfica 20. Sexta obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

La gráfica 20, muestra que la plántula 6 alcanzó un mayor crecimiento de 6cm, las plántulas 8, 9 y 10 alcanzaron 5cm de altura; entre tanto el esqueje 4 no creció.

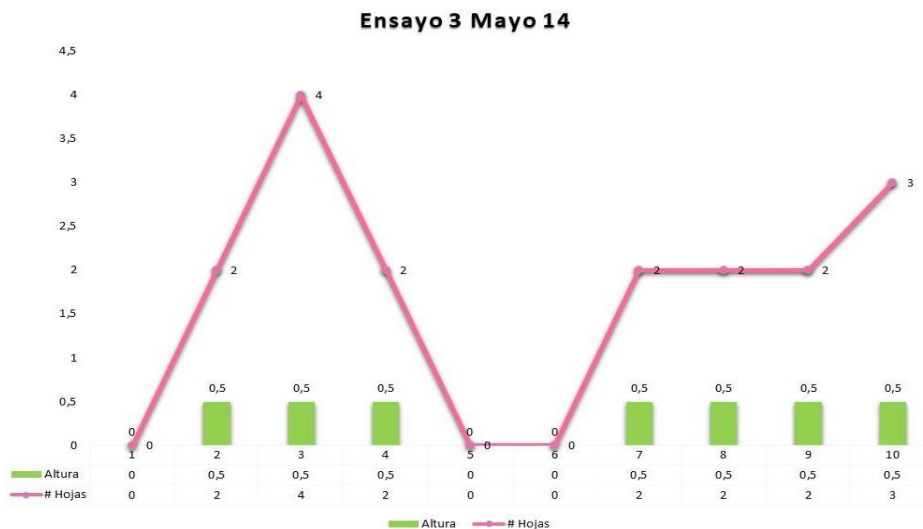
**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 21. Séptima obtención de datos Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 21, se aprecia los resultados totales alcanzados con el sustrato elaborado para el ensayo 2, donde se puede ver que la altura máxima fue de 8cm y la obtuvo la plántula 6; sin embargo, la plántula 4 alcanzó una altura máxima de 1cm.

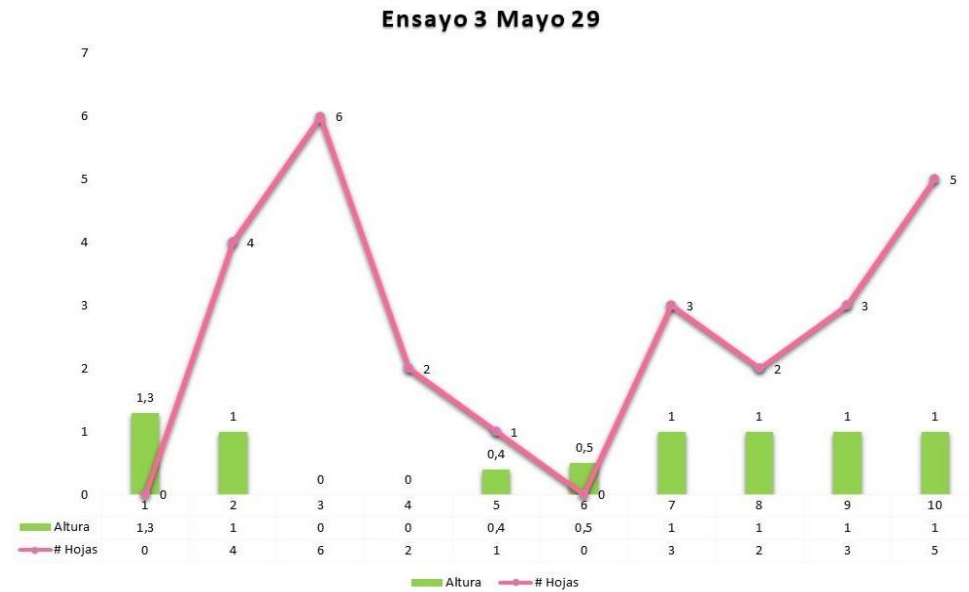
A continuación, se muestran los datos hallados con el Ensayo 3:



Gráfica 22. Primera obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 22, se puede ver que los esquejes 2, 3, 4, 7, 8, 9 y 10 alcanzaron la máxima altura de 0.5cm; entre tanto, los esquejes 1, 5 y 6 no presentaron desarrollo.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 23. Segunda obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

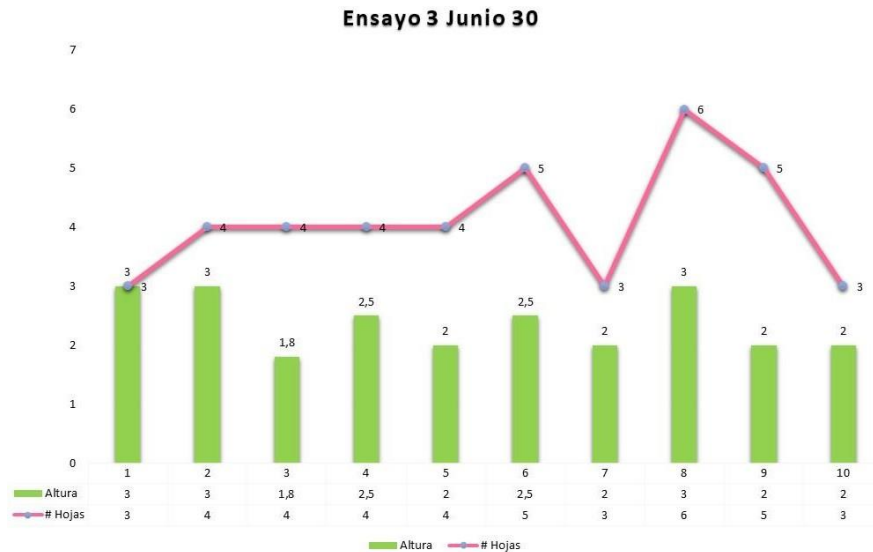
En la gráfica 23, en la segunda obtención de datos, la mayor altura la obtuvo el esqueje 1 con una altura de 1.5cm, entre tanto, los esquejes 3 y 4 no mostraron desarrollo, los demás crecieron tan solo 1cm.



Gráfica 24. Tercera obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

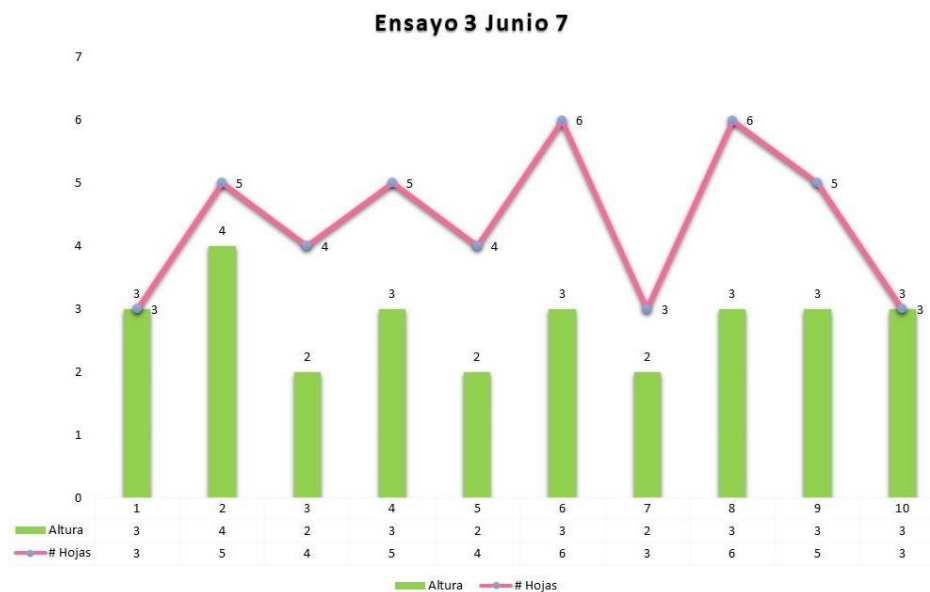
En la gráfica 24, en ésta toma de datos la altura máxima fue de 3cm y correspondió a las plántulas 1 y 8; las alturas mínimas la obtuvieron las plántulas 3 y 4 alcanzaron 1cm.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 25. Cuarta obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 25, corresponde a la cuarta obtención de datos, donde las plántulas 1, 2 y 8 alcanzaron la máxima altura de 3cm; siendo la altura mínima de 1.8cm y 2cm, en las plántulas 3, 5, 7, 9 y 10.

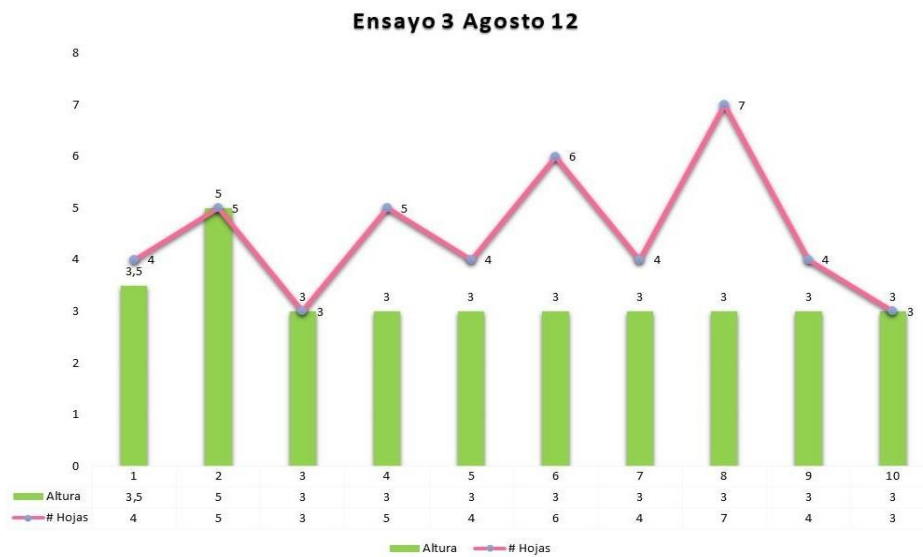


Gráfica 26. Quinta obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 26, se observa que la plántula 2 alcanzó la altura máxima de 4cm; y la altura mínima fue de 2cm y correspondió a las plántulas 3, 5 y 7.

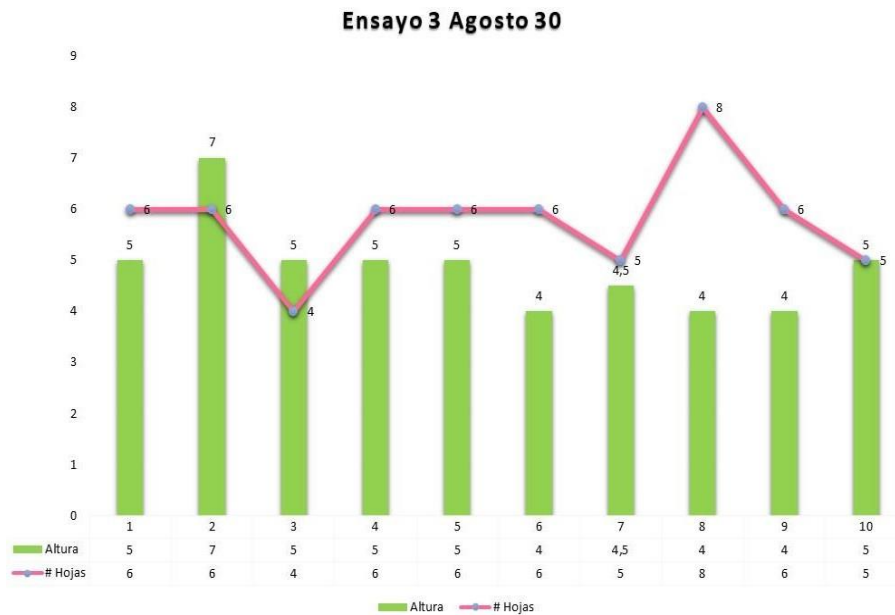


**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 27. Sexta obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

Con la gráfica anterior, se puede ver que el mayor porcentaje de las plántulas alcanzaron una altura de 3cm, de otro lado, la altura máxima fue de 5cm y la obtuvo la plántula 2, con los datos anteriores se aprecia la homogeneidad con dicho sustrato del ensayo 3.



Gráfica 28. Séptima obtención de datos Ensayo 3. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 28, siendo ésta la última obtención de datos del ensayo 3, donde se evidencia la máxima altura de 7cm en la plántula 2; entre tanto las demás alturas oscilan entre 4cm y 5cm.

#### 6.4 Recolección de datos de condiciones climáticas y crecimiento de la *Paulownia Elongata* mediante mediciones periódicas.

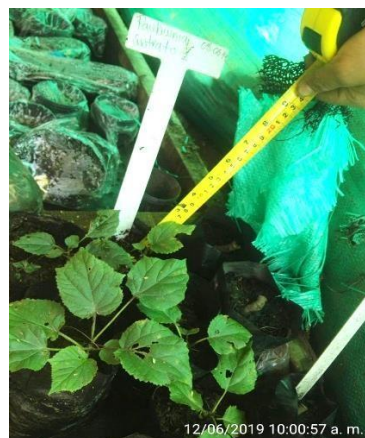
Foto 9. Obtención datos ensayo con testigo



Fuente: autoras, 2019

Durante la toma de datos, tamaño del tallo y hojas de la *Paulownia Elongata*, se aprecia un crecimiento no favorable.

Foto 10. Toma de datos ensayo con sustrato 1



Fuente: autoras, 2019

En la foto anterior, se evidencia el crecimiento del tallo y hojas de la *Paulownia Elongata*, con el sustrato 1.

Foto 11. Toma de datos ensayo con Sustrato 2



Fuente: autoras, 2019

En ésta foto, se evidencia el crecimiento del tallo y hojas de la *Paulownia Elongata*, con el sustrato 2.

Foto 12. Toma de datos ensayo con Sustrato 3



Fuente: autoras, 2019

En la foto 12 se ve el crecimiento del tallo y hojas de la *Paulownia Elongata*, con sustrato 3.

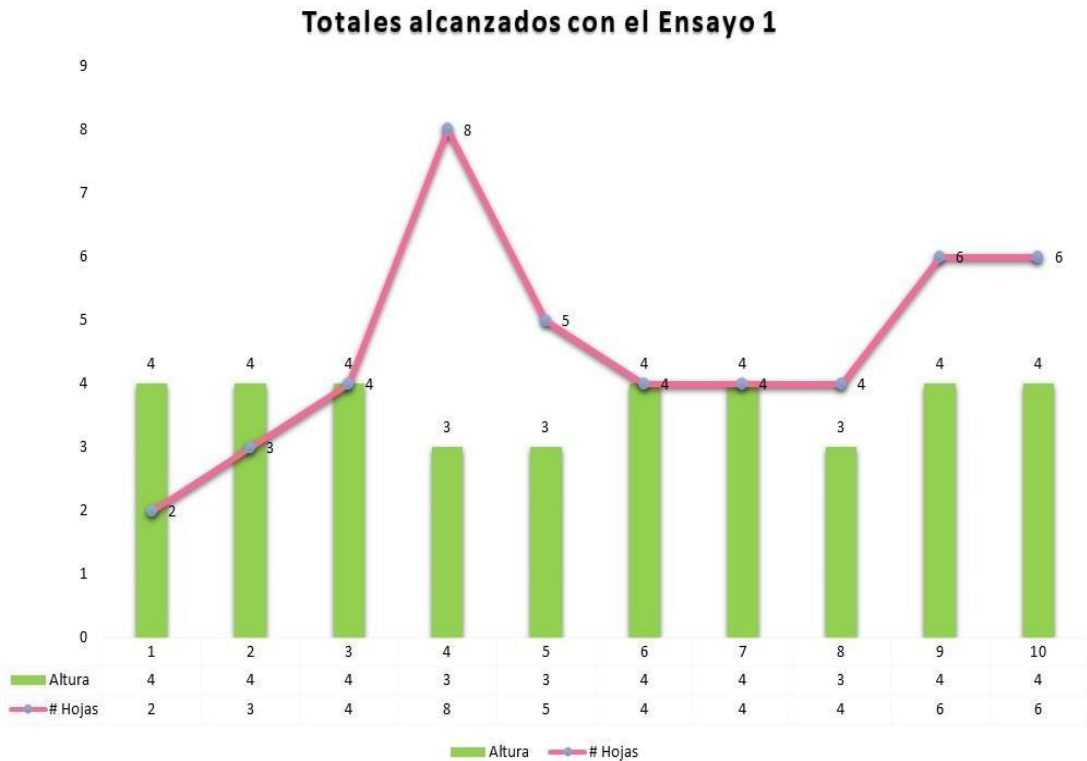
## 6.5 Interpretar resultados para definir el sustrato que permite un mayor y mejores condiciones de crecimiento en la utilización de la fase de vivero de la especie *Paulownia Elongata*.



Gráfica 29. Resultados totales alcanzados con el testigo. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 29, es evidente que los resultados obtenidos con el testigo no fueron aceptables, por cuanto tan solo nacieron 4 plántulas de *Paulownia Elongata* y su número de hojas fue muy poco, *Paulownia Elongata*; los demás esquejes que se sembraron no nacieron, lo cual se puede deber a diversos aspectos como la compactación de la tierra, la presencia de hormigas arrieras, u otras condiciones del vivero, lo cual indica que se deben hacer otro estudio con dicha tierra para determinar el por qué la *Paulownia Elongata* no presentó un desarrollo adecuado con ésta.

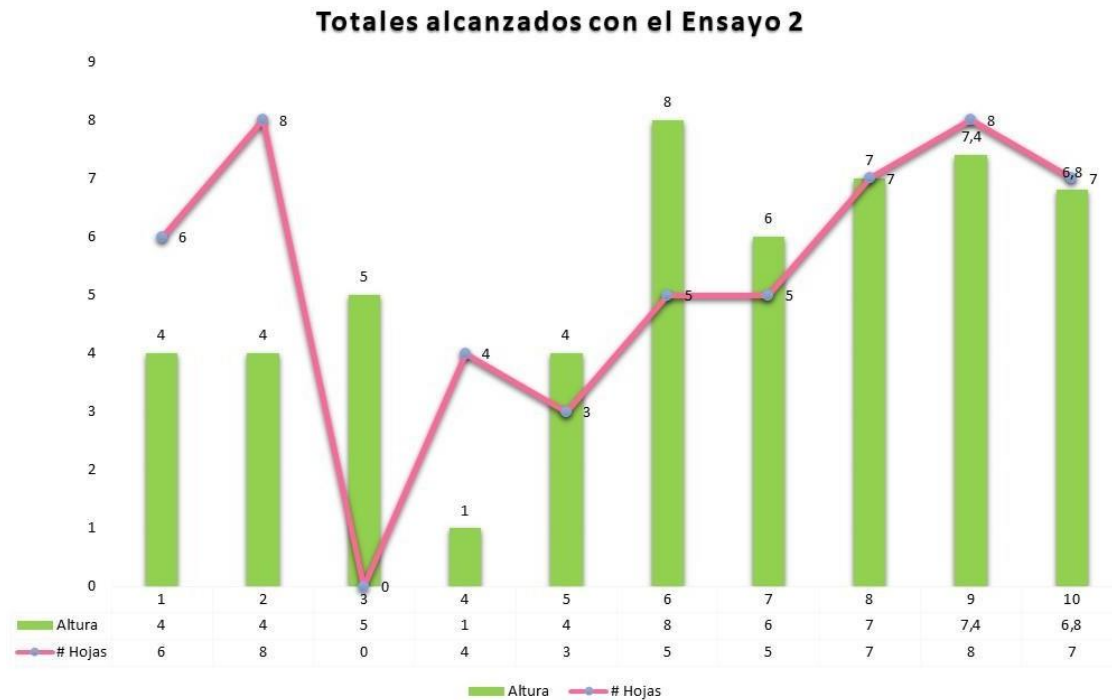
Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta



Gráfica 30. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 1. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 30 se muestra los hallazgos alcanzados con el sustrato del Ensayo 1, con el cual se logró que todos los esquejes nacieran; donde las plántulas alcanzaron alturas entre 3 a 4 cm; y un número de hojas entre 2 hasta 8; sin embargo, los resultados de acuerdo con estudios realizados en *Paulownia*, no se relacionan mínimamente, por cuanto su crecimiento en promedio fue de 1 cm por mes y se esperaba que cada día como mínimo alcanzaran 1cm.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**



Gráfica 31. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 31, se muestra los hallazgos alcanzados con el sustrato del Ensayo 2, con el cual al igual que con el ensayo 1, se logró que todos los esquejes nacieran, sin embargo, no fue homogéneo el desarrollo de todas las plántulas, por cuanto éstas alcanzaron alturas entre 1cm la altura mínima y 8 cm la altura máxima; y un número de hojas entre 2 hasta 8; con éste sustrato se logró que mejores resultados en cuanto a crecimiento del tallo que con el testigo y el Ensayo 1, sin embargo, no se acerca en lo mínimo la información hallada en los antecedentes.

Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta



Gráfica 32. Resultados totales alcanzados con el Ensayo 2. Fuente: autoras, 2019

En la gráfica 32 se muestra los hallazgos alcanzados con el sustrato del Ensayo 3, con el cual al igual que con el ensayo 1 y 2, se logró que los 10 esquejes nacieran, sin embargo, con el cual se logró un crecimiento de tallos entre 4 cm a 7 cm, en cuanto a la cantidad de hojas se obtuvo entre 4 a 6 hojas; con lo anterior se puede ver que, aunque los resultados fueron aceptables, distan mucho de la información hallada en los antecedentes.

### 6.5.1 Comparativo entre los tres sustratos y el enraizante natural mediante esqueje de *Paulownia Elongata*

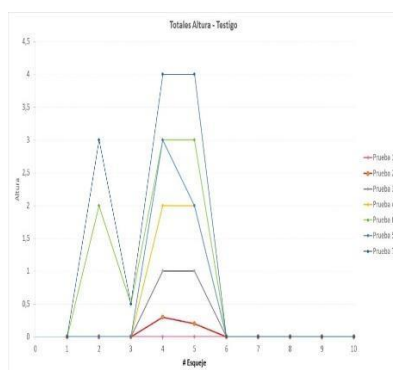
Tabla 5.

Totales y promedios obtenidos con los ensayos

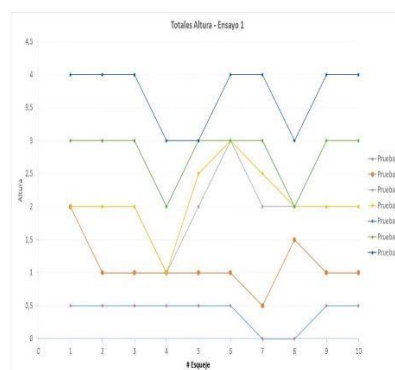
Prueba	Total altura	Total Hojas	Promedio altura	Promedio Hojas
Testigo	9	11	$1,5/10 = 0.1$	$1,8/10 = 0.1$
Ensayo 1	149	225	$24,8/10 = 2.4$	$37,5/10 = 3.7$
Ensayo 2	186,3	263	$31,1/10 = 3.1$	$43,8/10 = 4.3$
Ensayo 3	162,2	272	$27,0/10 = 2.7$	$45,3/10 = 4.5$

Fuente: autoras, 2019

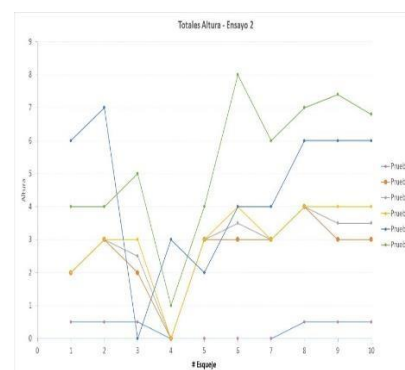
En la tabla 5, se evidencia los resultados totales alcanzados con cada uno de los sustratos usados como ensayos,



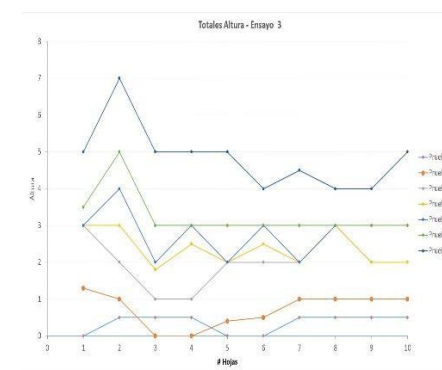
Gráfica 33. Totales alcanzados con el testigo en cuanto a la altura de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



Gráfica 34. Totales alcanzados con el Ensayo 1 en cuanto a la altura de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



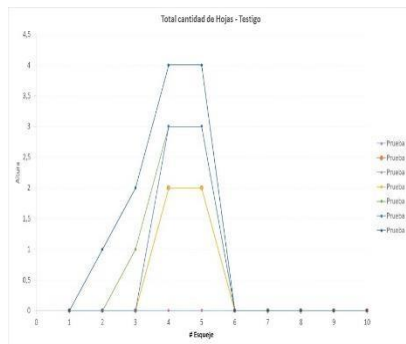
Gráfica 35. Totales alcanzados con el Ensayo 2 en cuanto a la altura de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



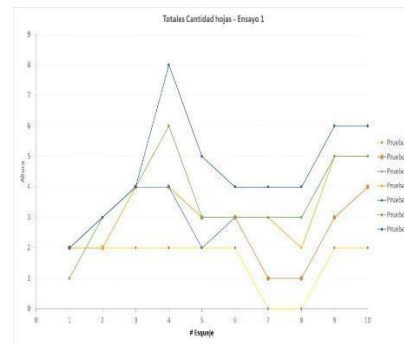
Gráfica 36. Totales alcanzados con el Ensayo 3 en cuanto a la altura de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



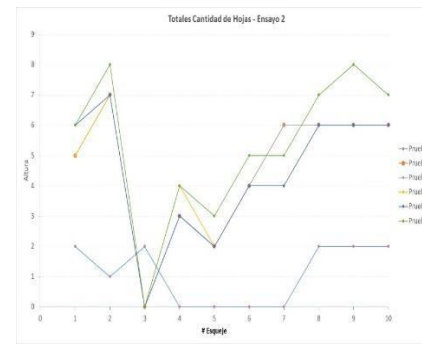
## Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta



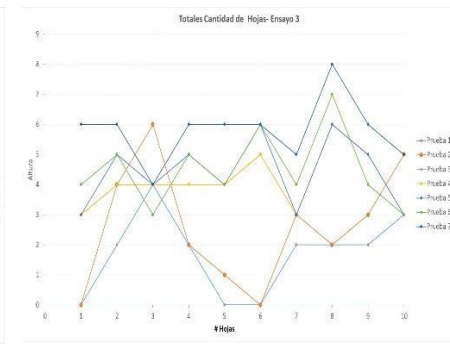
Gráfica 37. Totales alcanzados con el testigo en cuanto a # de hojas de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



Gráfica 38. Totales alcanzados con el Ensayo 1 en cuanto a # de hojas de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



Gráfica 39. Totales alcanzados con el Ensayo 2 en cuanto a # de hojas de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



Gráfica 40. Totales alcanzados con el Ensayo 3 en cuanto a # de hojas de las plántulas. Fuente: autoras, 2019



Gráfica 41. Promedio de altura y # de hojas de los 4 ensayos realizados. Fuente: autoras, 2019

En la anterior gráfica, se observa que los mejores resultados en cuanto al crecimiento del tallo se obtuvieron con el Ensayo 2, con promedios de crecimiento de tallo de 31.1; sin embargo, en cuanto a número de hojas con un promedio de 45.3, en ensayo 3 fue el más representativo en la presente investigación.



## **7. Discusión**

Con fundamento en los resultados obtenidos con el presente estudio, este trabajo investigativo guarda relación con el estudio realizado por la Revista Iberoamericana de Ciencias (2015) en el sentido que el autor logró probar el crecimiento de *Paulownia Elongata* con diversas dosis de fertilización, ante lo cual no se obtuvo diferencias significativas, hallando un nivel de significación del 0.05 (Revista Iberoamericana de Ciencias, 2015). De otro lado, se relaciona con la investigación de Lema (2012), por cuanto obtuvieron mejores resultados, en el sentido que la interacción Hormonagro + Cascarilla de café+ humus arrojó los mejores resultados (Lema Ramos, 2012). Así mismo, con el estudio de Márquez (2017) donde el autor halló relación al factor B sustratos el b2, el cual superó estadísticamente con 155,15 mm, con un nivel de confianza del 99% al sustrato combinado en b1, concluyendo en base a las evaluaciones a las variables de estudio el a3b2 tuvo mayores efectos (Márquez Lima, 2017).

Los anteriores estudios se relacionan con el presente, en el sentido que se logró llevar a cabo pruebas con dosis de fertilización, se tomó datos, de los cuales se pudo ver las diferencias que se presentaron entre uno y otro fertilizante y enraizante, Sin embargo, no se relaciona con el estudio realizado por Salguero (2015) quien encontró el clon P2 presentó mayor crecimiento en los tres sitios donde se llevó a cabo las pruebas; sin embargo, en el Vergel y Trehualemú ambos clones presentaron tasa de supervivencia favorable (Salguero Avila, 2015).

Al igual se relaciona con el estudio de (Guilcapi Baldeon, 2015), quien encontró que las características edafoclimáticas de Tunshi no favorecen el crecimiento o evolución de la *Paulownia*; donde la altura de la *Paulownia híbrido* por mes correspondió a aproximadamente 6.33cm, resultados éstos que se acercan a los obtenidos con el sustrato del ensayo 2, el cual el que proporcionó mejores resultados en cuanto a altura de las *Paulownias Enlongata*.

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia*  
*Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Sin embargo, no se relaciona con el trabajo realizado por Zambrano (2015) autor que evaluó altura, diámetro (10 cm), altura del pecho y área de compa (dasométricas), con lo cual las *Paulownias* (*Paulowniaceae*) lograron una altura entre 2.9m a 3.20m (aprox. 25cm por mes) y su diámetro es de 4.7cm a 4.9cm, datos éstos que para nada se acercan a los obtenidos en el presente estudio, toda vez que en 4 meses tan solo alcanzaron alturas promedios de 3.1cm.

## **8. Conclusiones**

El vivero realizado de la especie *Paulownia Elongata* a través de áreas demostrativas, teniendo en cuenta cada uno de los 3 sustratos usados y el enraizante natural (*alore vera* o sábila), permitió conocer el comportamiento en cuanto a crecimiento del tallo y número de hojas de las plántulas con cada sustrato y así determinar cuál es el que más bondades aporta a la *Paulownia Elongata*, determinando que efectivamente entre los sustratos usados existen compuestos que favorecen el crecimiento de la especie; entre tanto, para la presente investigación, el testigo no es favorable para dicha plántula, por cuanto la *Paulownia* dentro de su desarrollo vegetativo posee requerimientos edáficos de Ph entre 6 a 7.7, siendo 6.5 el ideal para su correcto desarrollo y la enfrentamos a nuestro Ph de 5.5.

En cuanto a la experimentación con los tres sustratos arrojó hallazgos altamente significativos respecto al crecimiento del tallo y cantidad de hojas, encontrando lo siguiente: con el ensayo 1, las plántulas 1, 2, 3, 6, 7, 9 y 10 alcanzaron la altura más desarrollada de 4cm, entre tanto las demás plántulas lograron tan solo 3cm de altura máxima, con un promedio de 3.7 hojas; así mismo, los totales alcanzados con el sustrato del ensayo 2, la altura máxima fue de 8cm y la obtuvo la plántula 6, sin embargo la plántula 4 alcanzó tan solo una altura máxima de 1cm, obteniendo un promedio de hojas de 4.3; finalmente con el ensayo 3, donde se evidencia la máxima altura de 7cm en la plántula 2; entre tanto las demás alturas oscilan entre 4cm y 5cm, con un total promedio de hojas de 4.5. Respecto a los resultados con el testigo fueron casi nulos.

Respecto a la recolección de datos sobre condiciones climáticas y su relación con el crecimiento de la *Paulownia Elongata*, se halló que la razón por la cual, a pesar de obtener crecimientos en nuestras muestras, no fueron las esperadas según la literatura consultada, encontrando que la principal causa radica en las condiciones físicas del lugar donde se hizo el vivero, mientras que la

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

*Paulownia Elongata* requiere precipitaciones no mayores a 150 mm al año, puesto que esta presenta bajas tasas de evapotranspiración, esto por su control estomático, transpiración cuticular y estructura del xilema, por lo que precipitaciones como la del vivero donde se hizo la investigación, que oscila alrededor de los 430 mm año no son las ideales para su desarrollo, aunado a lo anterior el Ph adecuado para la *Paulownia* debe ser de 6.5, lo cual es contrario al del vivero; lo anterior no corresponde a las necesidades tanto de humedad, temperatura para las plantas, sumado a ello se llevó a cabo la investigación en una época en la que a pesar de ser verano se presentaron altas precipitaciones, lo cual dificultó aún más su adecuado desarrollo.

Finalmente, los resultados obtenidos de cada una de las áreas demostrativas en las cuales se usó un tipo de sustrato, se encontró mejores resultados en cuanto a crecimiento del tallo con el ensayo 2, lo que demuestra que la *Paulownia* para su correcto desarrollo en vivero, requiere suelos más sueltos, que le permitan en mayor medida su crecimiento radicular, sin embargo, con el ensayo 3 su crecimiento foliar fue mayor y el desarrollo del tallo fue más homogéneo que con el ensayo 2. Así mismo, un factor determinante en la diferencia de la literatura consultada con la presente evaluación, radica en que la reproducción por esqueje de una semilla no proveniente de un híbrido, ya que esta no garantiza su calidad por su alta variabilidad genética del material a propagar.

Así mismo, la implementación de la presente evaluación, demostró tras los resultados, un proceso de desarrollo y crecimiento por debajo de lo esperado, lo que lleva a concluir que la especie *Paulownia Elongata* propagada vegetativamente con los suelos y climas del Meta no es apta para grandes producciones.

## **9. Recomendaciones**

Inicialmente se recomienda, incentivar la investigación acerca de la *Paulownia Elongata*, para garantizar herramientas para apoyar el marco legal y permitir su producción controlada; haciendo énfasis en ensayos enfocados al desarrollo radicular, ya que este también puede ser motivo de interés, gracias a sus beneficios en la regeneración de suelos erosionados.

Los ensayos se deben desarrollar siempre en espacios controlados, para controlar cada momento de la investigación, teniendo en cuenta que no es una especie nativa, pero que de lograr su adaptación podría generar múltiples impactos positivos en los ecosistemas.

Es de vital importancia apoyarse en la práctica para investigaciones futuras en hallazgos de crecimiento anteriores como aporte frente a la intención de continuidad investigativa, por lo que se recomienda que el presente trabajo sea entregado a futuros investigadores de nuestra Universidad.

La semilla utilizada debe ser certificada, preferiblemente si es tratada en condiciones in vitro, solo así se puede garantizar que el crecimiento de las plantas sea más homogéneo. Sin mencionar que gracias a esta técnica se producirán estacas capaces de producir varias yemas en pocas semanas o meses y por tanto dar origen a muchas más plantas a comparación de la propagación convencional, haciendo más rentable su producción.

Se debe generar conocimiento de la especie *Paulownia*, puesto que es una especie de gran interés y por su producción de CO<sub>2</sub>, por ello merece la atención ya que su producción será de gran ayuda para mitigar los impactos ambientales generados en nuestro siglo. Enfocando los estudios a su adaptación en nuestras llanuras por sistemas in vitro, buscando arboles de gran vigor y rendimientos óptimos esto en pro de generar sistemas completos de producción demostrando su capacidad ambiental y económica.

Es importante que en su desarrollo en vivero sea controlado el sistema de riego, esto con el fin

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia*  
*Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

de obtener buenos rendimientos finales; así mismo se debe utilizar bolsas 15 x 15, con lo cual se garantice el libre crecimiento de su sistema radicular, ya que de esto depende en gran medida su desarrollo.

Finalmente se recomienda realizar investigaciones con las otras variedades de *Paulownia*, por los diferentes pisos térmicos de nuestro país, en búsqueda de obtener un desarrollo según lo esperado por sus características, de esta manera conocer los impactos tanto positivos como negativos de esta especie.

## 10. Bibliografía

- Cervantes Rodríguez, N., & Prieto Ruíz, J. A. (2018). *Crecimiento de mezquite en vivero bajo diferentes condiciones de sustrato, riego y retenedores de humedad*. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182018000100017&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182018000100017&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Colombia Turismo Web. (s.f.). *Villavicencio*. Obtenido de <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/META/MUNICIPIOS/VILLAVICENCIO/VILLAVICENCIO.htm>
- Ferco Import. (2018). *Germinación De Semillas De Paulownia*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=QBGsB-Q7sW8>
- Fundación Natura Colombia. (2016). *BOLETÍN/ Cuatro viveros apoyarán reproducción vegetal para proyecto 'Corredor Ecológico Vial Bogotá-Villavicencio'*. Obtenido de <http://www.natura.org.co/boletin-cuatro-viveros-apoyaran-reproduccion-vegetal-para-proyecto-corredor-ecologico-vial-bogota-villavicencio/>
- Guilcapi Baldeon, D. I. (2015). *Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del género Paulownia (P. fortunei, P. elongata, e híbrido entre fortunei x elongata). A las condiciones de sitio "Estepa espinosa" de Tunshi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3954>
- Ipaulownia. (2019). *Reportaje sobre el cultivo y la madera de paulownia*. . Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=arDvzqji\\_vE](https://www.youtube.com/watch?v=arDvzqji_vE)
- Lema Ramos, L. E. (2012). *Evaluación de eficiencia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagación de Ramillas de Café Robusta (Coffea Canephora), en vivero, cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2193>
- Márquez Lima, B. S. (2017). *Ecto de tres enraizadores y dos tipos de sustratos en estacas de rosa (Rosa sp) del patrón natal Brier en condiciones de vivero en el Instituto de Educación Rural (IER) San Salvador , Calca-Cusco*. Obtenido de

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

[http://repositorio.ujcm.edu.pe/:](http://repositorio.ujcm.edu.pe/)

[http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/211/Samuel\\_Tesis\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/ujcm/211/Samuel_Tesis_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Revista Iberoamericana de Ciencias. (2015). *Evaluación de Cuatro dosis de fertilización en el desarrollo de Paulownia en Zumpango, Estado de Mexico*. Obtenido de Scielo:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32346/ZumpangoGutierrezLi%c3%b1an2..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salguero Avila, D. M. (2015). *Crecimiento, supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de Paulownia elongata × fortunei al primer año de desarrollo vegetativo en tres sitios del Centro Sur de Chile*. Obtenido de Amazonaws:

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39732546/La\\_Paulwonia\\_una\\_planta\\_de\\_rpdo\\_crecimi20151105-18157-8t163s.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLa\\_Paulwonia\\_una\\_planta\\_de\\_rapido\\_crecim.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39732546/La_Paulwonia_una_planta_de_rpdo_crecimi20151105-18157-8t163s.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLa_Paulwonia_una_planta_de_rapido_crecim.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-)

Vanguardia.Com. (19 de Octubre de 2017). *La Paulownia no cuenta con el Aval de la Cadena Forestal*. Recuperado el 05 de Marzo de 2018, de La paulownia, que se promociona como el árbol más rentable del mundo, pues se dice que en 10 años puede llegar a medir entre 25 y 30 metros, tiene llamado preventivo de la cadena forestal del país.:

<http://www.vanguardia.com/economia/nacional/413115-la-paulownia-no-cuenta-con-el-aval-de-la-cadena-forestal>

Zambrano Menendez, E. J. (2015). *Adaptación de especies forestales de rápido crecimiento del género paulownia a las condiciones del sitio bosque húmedo tropical en Santo Domingo*.

Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4538/1/iniapsctZ23a.pdf>



**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

**Anexos**

**Cronograma de actividades**

<b>ACTIVIDAD</b>		<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>	<b>Mes 6</b>	<b>Mes 7</b>
<b>Fase de la propuesta</b>	Revisión documental respecto al árbol <i>Paulownia Elongata</i>							
	Definición de la metodología e instrumentos primarios y secundarios para obtención de información							
	Elaborar cronograma y presupuestos							
	Realización del anteproyecto o propuesta investigativa							
<b>Fase documental y teórica</b>	Generalidades de la especie <i>Paulownia</i>							
	Antecedentes de <i>Paulownia</i> en Colombia							
	Generalidades de la <i>Paulownia Elongata</i>							
	Aspectos biológicos y manejo del cultivo							
	Crecimiento y rendimiento del cultivo							
	Daños bióticos y abióticos							
	Propiedades y usos de la <i>Paulownia</i>							

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia*  
*Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

<b>Fase investigativa</b>	Elaborar el plan de trabajo							
	Realización del vivero							
	Recolección de datos de las semillas germinadas en el vivero							
	Experimento con sustratos							
	Comparativo del rendimiento de los sustratos							
	Tabulación, graficación y análisis de resultados							
	Definición del sustrato de mayor rendimiento							
	Conclusiones							
	Recomendaciones							
<b>Fase final</b>	Presentación de avances del proyecto							
	Correcciones y ajustes al documento final							
	Donación muestras a la UNAD CEAD – Acacías							

Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia  
Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta

**Recursos necesarios**

RECURSO	DESCRIPCION	PRESUPUESTO (\$)
Equipo Humano	Catalina Quintero Malagón y Ana Patricia Acosta Molina, estudiantes de la facultad de Ingeniería Agroforestal	\$ 7.845.256
Equipos y Software	PC Portátil (software Microsoft office) + impresora de inyección	\$ 1.900.000
Viajes y Salidas de Campo	Gasolina para ida y regreso de Villavicencio a la vereda Pipiral Pago de peajes	\$ 200.000
Materiales y suministros	Semillas, bolsas, machete, abonos compuestos triple 15 y demás, palustre, guantes, celular, cámara fotográfica, libro de registro de información.	\$ 500.000
Bibliografía	Impresiones, fotocopias, servicio de internet	\$ 100.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 10.545.256</b>

**Evaluación de crecimiento en vivero con tres sustratos y un enraizante natural en la especie *Paulownia Elongata* en el municipio de Villavicencio – Meta**

Resultados o productos esperados

<b>RESULTADO/ PRODUCTO ESPERADO</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>BENEFICIARIO</b>
Descubrir el tipo de sustrato que cumpla con las condiciones aptas para el correcto y rápido desarrollo de la especie, en su crecimiento y formación radicular.	Registro de actividades	Comunidad Estudiantil, Agricultores, empresas Forestales, viveros en general.
Comparativo del rendimiento de los sustratos usados	Cuadro comparativo	Comunidad Estudiantil, Agricultores, empresas Forestales, viveros en general
Plántulas de la <i>Paulownia Elongata</i>	Plántulas	UNAD CEAD Acacias